

# ŒUVRES COMPLÈTES

DE

# FRANÇOIS ARAGO

TOME NEUVIÈME

La propriété littéraire des divers ouvrages de François Arago étant soumise à des délais légaux différents, selon qu'ils sont ou non des œuvres posthumes, l'éditeur a publié chaque ouvrage séparément. Ce titre collectif n'est donné que pour indiquer au relieur le meilleur classement à adopter.

Par la même raison, la réserve du droit de traduction est faite au titre et au verso du faux-titre de chaque ouvrage séparé.

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOÎT, 7

# ŒUVRES COMPLÈTES

DE

# FRANÇOIS ARAGO

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉES

D'APRÈS SON ORDRE SOUS LA DIRECTION

DE

**M. J.-A. BARRAL**

Ancien Élève de l'École Polytechnique, ancien Répétiteu
dans cet Établissement.

**TOME NEUVIÈME**

---


PARIS
GIDE, ÉDITEUR
5 rue Bonaparte

LEIPZIG
T. O. WEIGEL, ÉDITEUR
Kőnigs-Strasse





1857



INSTRUCTIONS, RAPPORTS ET NOTICES

SUR LES QUESTIONS A RÉSOUDRE

PENDANT LES

# VOYAGES SCIENTIFIQUES

---

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOIT, 7

# ŒUVRES

DE

# FRANÇOIS ARAGO

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉES
D'APRÈS SON ORDRE SOUS LA DIRECTION
DE
M. J.-A. BARRAL

---

## INSTRUCTIONS, RAPPORTS ET NOTICES

SUR LES QUESTIONS A RÉSOUDRE
PENDANT LES

## VOYAGES SCIENTIFIQUES

---

PARIS
GIDE, ÉDITEUR
5 rue Bonaparte

LEIPZIG
T. O. WEIGEL, ÉDITEUR
Königs-Strasse



1857

# INSTRUCTIONS ET RAPPORTS

SUR LES

# VOYAGES SCIENTIFIQUES

## QUESTIONS A RÉSOUDRE

CONCERNANT

LA MÉTÉOROLOGIE, LA PHYSIQUE DU GLOBE, L'HYDROGRAPHIE ET L'ART NAUTIQUE

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

J'ai lu quelque part que certain personnage se lamentait un jour devant d'Alembert de ce que l'*Encyclopédie* avait acquis une si vaste étendue. Vous auriez été bien plus à plaindre, repartit le philosophe, si nous avions rédigé une Encyclopédie négative (une Encyclopédie contenant la simple indication des choses que nous ignorons) : dans ce cas, cent volumes in-folio n'auraient certainement pas suffi.

La réponse, je l'avouerai, m'avait paru jusqu'ici plus

piquante que juste. Les progrès des connaissances humaines nous montrent, chaque jour, il est vrai, combien nos prédécesseurs étaient ignorants ; combien, à notre tour, nous le paraîtrons à ceux qui doivent nous remplacer ; mais la plupart des grandes découvertes arrivent spontanément, sans qu'il ait été donné à personne de les prévoir, de les soupçonner. Ainsi, pour citer seulement trois ou quatre exemples, l'Encyclopédie négative de d'Alembert n'aurait pas même renfermé l'allusion la plus éloignée à cette branche de la physique moderne, déjà si importante, si développée, si féconde, qui est connue aujourd'hui sous le nom de *galvanisme,* ou plus convenablement encore sous celui d'*électricité voltaïque.* Ainsi, ce monde de phénomènes, auquel la polarisation de la lumière donne naissance, quand on l'envisage dans ses rapports avec la réflexion, avec la réfraction ordinaire et avec l'action des lames cristallisées, n'y serait pas seulement indiqué ; ainsi cette théorie des interférences lumineuses, où l'étrangeté des résultats le dispute à leur variété infinie, n'y aurait pas occupé une seule ligne, etc.

Avouons-le cependant ; à côté des grandes et rares découvertes qui, de temps à autre, viennent tout à coup, ou du moins sans préparation visible, renouveler certaines faces des sciences, il y a des questions importantes, bien définies, bien caractérisées et qu'on peut, avec confiance, recommander aux observateurs. Appelé, en 1835, par l'Académie, à rédiger les instructions concernant la physique du globe, qui devaient être remises au commandant de *la Bonite,* je reconnus bientôt que

l'auteur d'une Encyclopédie négative, même en se bornant à ce qui est clair, net, précis, aurait à signaler infiniment plus de lacunes que je ne l'avais d'abord imaginé. Il me parut aussi que ce genre de publications pourrait devenir fort utile, qu'une foule de personnes instruites et désœuvrées en recevraient une excitation qui les ferait passer du rôle passif de contemplateurs, dans les rangs peu nombreux de la science militante. C'est ce qui m'a décidé à publier en un corps d'ouvrage les instructions que j'ai été successivement conduit à rédiger. Les questions variées qui vont successivement passer sous les yeux des lecteurs étaient originairement, pour la plupart du moins, destinées à l'état-major du navire *la Bonite*, chargé de porter des agents consulaires au Chili, au Pérou, aux Philippines. La circumnavigation de ce navire devait commencer par la route du cap Horn et finir par celle du cap de Bonne-Espérance.

J'ai rédigé plus tard, en 1838, toujours sur la demande de l'Académie des Sciences, des instructions concernant les observations de météorologie et de physique du globe qui pouvaient être recommandées aux expéditions scientifiques du Nord et de l'Algérie. Ces nouvelles instructions forment un simple complément de celles qui étaient destinées au voyage de *la Bonite* ; je les place donc à la suite des premières en forme d'appendice.

Je m'occupe plus particulièrement dans ces pages de ce que nous savons à peine, et même de ce que nous ne savons pas du tout. Les rapports qui suivront dans ce même volume indiqueront ce que les divers voyages scientifiques accomplis dans la première partie du XIXe

siècle ont ajouté à nos connaissances sur la physique terrestre.

## CHAPITRE II

### PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

En météorologie, on doit savoir se résigner à faire des observations qui, pour le moment, peuvent ne conduire à aucune conséquence saillante ; il faut, en effet, songer à pourvoir nos successeurs de termes de comparaison dont nous manquons nous-mêmes ; il faut leur préparer les moyens de résoudre une foule d'importantes questions qu'il ne nous est pas permis d'aborder, parce que l'antiquité ne possédait ni baromètre ni thermomètre. Ces simples réflexions suffiront pour expliquer comment nous demandons que, pendant toute la durée du voyage de *la Bonite*, de jour comme de nuit, et d'heure en heure, il soit tenu note de la température de l'air, de la température de la surface de la mer et de la pression atmosphérique. Elles suffiront aussi pour nous faire espérer que ce cadre d'observations sera rempli avec le zèle dont les officiers de *l'Uranie*, de *la Coquille*, de *l'Astrolabe*, de *la Chevrette* et du *Loiret* ont donné l'exemple. Toutefois, si des circonstances qu'il ne nous est pas donné de prévoir, venaient à exiger l'abandon d'une portion de ce travail, il serait bon que le sacrifice portât de préférence sur les parties les moins essentielles. Les détails dans lesquels nous allons entrer nous sembleraient propres à diriger, en pareil cas, le choix du commandant de l'expédition.

§ 1. — **Observations destinées à caractériser l'état actuel du globe sous le rapport de la température.**

La Terre, sous le rapport de la température, est-elle arrivée à un état permanent?

La solution de cette question capitale semble ne devoir exiger que la comparaison directe, immédiate, des températures moyennes du même lieu, prises à deux époques éloignées. Mais, en y réfléchissant davantage, en songeant aux effets des circonstances locales, en voyant à quel point le voisinage d'un lac, d'une forêt, d'une montagne nue ou boisée, d'une plaine sablonneuse ou couverte de prairies, peut modifier la température, tout le monde comprendra que les seules données thermométriques ne sauraient suffire; qu'il faudra s'assurer, en outre, qu'entre les deux époques, la contrée où l'on a opéré et même que les pays environnants, n'ont subi dans leur aspect physique et dans le genre de leur culture, aucun changement trop notable. Ceci, comme on voit, complique singulièrement la question : à des chiffres positifs, caractéristiques, d'une exactitude susceptible d'être nettement appréciée, viennent maintenant se mêler des aperçus vagues en présence desquels un esprit rigide reste toujours en suspens.

N'y a-t-il donc aucun moyen de résoudre la difficulté? Ce moyen existe et n'est pas compliqué : il consiste à observer la température en pleine mer, très-loin des continents. Ajoutons que, si l'on choisit les régions équinoxiales, ce ne seront pas des années de recherches qu'il faudra; que les températures maxima, observées dans

deux on trois traversées de la ligne, peuvent amplement suffire. En effet, dans l'Atlantique, les extrêmes de ces températures, déterminées jusqu'ici par un grand nombre de voyageurs, sont 27° et 29° centigrades. En faisant la part des erreurs de graduation, tout le monde comprendra qu'avec un bon instrument, l'incertitude d'une seule observation du maximum de température de l'océan Atlantique équatorial ne doit guère surpasser un degré, et qu'on peut compter sur la constance de la moyenne de quatre déterminations distinctes, à une petite fraction de degré. Ainsi, voilà un résultat facile à obtenir, directement lié aux causes calorifiques et refroidissantes dont dépendent les températures terrestres, et tout aussi dégagé qu'il est possible de l'influence des circonstances locales. Voilà donc une donnée météorologique que chaque siècle doit s'empresser de léguer aux siècles à venir. Les officiers de *la Bonite* ne négligeront certainement pas cette partie de leurs instructions. Les excellents instruments qui leur seront confiés nous permettent d'ailleurs d'espérer toute l'exactitude que l'état de la science réclame aujourd'hui.

**§ 2. — De l'action calorifique des rayons solaires envisagée dans ses rapports avec la position des lieux sur le globe.**

De vives discussions se sont élevées entre les météorologistes, au sujet des effets calorifiques que les rayons solaires peuvent produire par voie d'absorption dans différents pays. Les uns citent des observations recueillies vers le cercle arctique, et dont semblerait résulter cette

étrange conséquence : le Soleil échauffe plus fortement dans les hautes que dans les basses latitudes. D'autres rejettent ce résultat, ou prétendent, du moins, qu'il n'est pas prouvé : les observations équatoriales prises pour terme de comparaison ne leur semblent pas assez nombreuses; d'ailleurs, ils trouvent qu'elles n'ont point été faites dans des circonstances favorables. Cette recherche pourra donc être recommandée à MM. les officiers de *la Bonite*. Ils auront besoin, pour cela, de deux thermomètres, dont les réservoirs, d'une part, absorbent inégalement les rayons solaires, et de l'autre n'éprouvent pas trop fortement les influences refroidissantes des courants d'air. On satisfera assez bien à cette double condition, si, après s'être muni de deux thermomètres ordinaires et tout pareils, on recouvre la boule du premier d'une certaine épaisseur de laine blanche, et celle du second d'une épaisseur égale de laine noire. Ces deux instruments exposés au soleil, l'un à côté de l'autre, ne marqueront jamais le même degré : le thermomètre noir montera davantage. La question consistera donc à déterminer si la différence des deux indications est plus petite à l'équateur qu'au cap Horn, ou par toute autre latitude un peu élevée[1].

Il est bien entendu que des observations comparatives de cette nature doivent être faites à des hauteurs égales

1. Il y a des moyens encore plus exacts de résoudre le problème que l'action calorifique des rayons solaires a soulevé; mais ces moyens se fondent sur des instruments qui n'existaient pas chez nos artistes quand on faisait les préparatifs du départ de *la Bonite* : voilà pourquoi il n'en a point été question dans les instructions de l'Académie.

du soleil, et par le temps le plus serein possible. De faibles dissemblances de hauteur n'empêcheront pas, toutefois, de calculer les observations, si l'on a pris la peine, sous diverses latitudes, de déterminer, depuis le lever du Soleil jusqu'à midi, et depuis midi jusqu'à l'époque du coucher, suivant quelle progression la différence des deux instruments grandit durant la première période, et comment elle diminue pendant la seconde. Les jours de grand vent devront être toujours exclus, quel que soit d'ailleurs l'état du ciel.

Une observation qui ne serait pas sans analogie avec celle des deux thermomètres vêtus de noir et de blanc, consisterait à déterminer le maximum de température que, dans les régions équinoxiales, le Soleil peut communiquer à un sol aride. A Paris, en 1826, dans le mois d'août, par un ciel serein, nous avons trouvé, avec un thermomètre couché horizontalement, et dont la boule n'était recouverte que de 1 millimètre de terre végétale très-fine + 54°. Le même instrument, recouvert de 2 millimètres de sable de rivière, ne marquait que + 46°.

### § 3. — Expériences à faire sur le rayonnement des espaces célestes.

Les expériences que nous venons de proposer doivent, toutes choses d'ailleurs égales, donner la mesure de la diaphanéité de l'atmosphère. Cette diaphanéité peut être appréciée d'une manière en quelque sorte inverse et non moins intéressante, par des observations de rayonnement nocturne que nous recommanderons aussi à l'attention de l'état-major de *la Bonite*.

On sait, depuis un demi-siècle, qu'un thermomètre placé, par un ciel serein, sur l'herbe d'un pré, marque 6°, 7° et même 8° centigrades de moins qu'un thermomètre tout semblable suspendu dans l'air à quelque élévation au-dessus du sol ; mais c'est depuis peu d'années qu'on a trouvé l'explication de ce phénomène ; c'est depuis 1817 seulement, que Wells a constaté, à l'aide d'expériences importantes et variées de mille manières, que cette inégalité de température a pour cause la faible vertu rayonnante d'un ciel serein.

Un écran placé entre des corps solides quelconques et le ciel, empêche qu'ils ne se refroidissent, parce que cet écran intercepte leurs communications rayonnantes avec les régions glacées du firmament. Les nuages agissent de la même manière : ils tiennent lieu d'écran. Mais, si nous appelons *nuage* toute vapeur qui intercepte quelques rayons solaires venant de haut en bas, ou quelques rayons calorifiques allant de la terre vers les espaces célestes, personne ne pourra dire que l'atmosphère en soit jamais entièrement dépouillée. Il n'y aura de différence que du plus au moins.

Eh bien, ces différences, quelque légères qu'elles soient, pourront être indiquées par les valeurs des refroidissements nocturnes des corps solides, et même avec cette particularité digne de remarque, que la diaphanéité qu'on mesure ainsi est la diaphanéité moyenne de l'ensemble du firmament, et non pas seulement celle de la région circonscrite qu'un astre serait venu occuper.

Pour faire ces expériences dans des conditions avantageuses, il faut évidemment choisir les corps qui

se refroidissent le plus par rayonnement. D'après les recherches de Wells, c'est le duvet de cygne que nous indiquerons. Un thermomètre dont la boule devra être entourée de ce duvet, sera placé sur une table de bois peint supportée par des pieds déliés, dans un lieu où rien ne masque la vue jusqu'à l'horizon. Un second thermomètre à boule nue sera suspendu dans l'air à quelque hauteur au-dessus du sol. Quant à celui-ci, un écran le garantira de tout rayonnement vers l'espace. En Angleterre, Wells a obtenu, entre les indications de deux thermomètres ainsi placés, jusqu'à des différences de 8°.3 centigrades. Il serait certainement étrange que dans les régions équinoxiales, tant vantées pour la pureté de l'atmosphère, on trouvât toujours de moindres résultats. Nous n'avons pas besoin, sans doute, de faire ressortir toute l'utilité qu'auraient ces mêmes expériences, si on les répétait sur une très-haute montagne telle que le Mowna-Roa ou le Mowna-Kaah des îles Sandwich.

**§ 4. — Examen d'une anomalie que les températures atmosphériques, prises à diverses hauteurs, présentent la nuit, quand le ciel est serein.**

La température des couches atmosphériques est d'autant moindre que ces couches sont plus élevées. Il n'y a d'exception à cette règle, que la nuit, par un temps serein et calme; alors, jusqu'à certaines hauteurs, on observe une progression croissante; alors, d'après des expériences de Pictet, à qui l'on doit la découverte de cette anomalie, un thermomètre suspendu dans l'air à 2 mètres du sol, peut marquer, toute la nuit, 2° à 3°

centigrades de moins qu'un thermomètre également suspendu dans l'air, mais 15 à 20 mètres plus haut.

Si l'on se rappelle que les corps solides placés à la surface de la terre, passent par voie de rayonnement, quand le ciel est serein, à une température notablement inférieure à celle de l'air qui les entoure, on ne doutera guère que cet air ne doive, à la longue et par voie de contact, participer à ce même refroidissement, et d'autant plus qu'il se trouve plus près de terre. C'est là, comme on voit, une explication plausible du fait curieux signalé par le physicien de Genève. Nos jeunes navigateurs lui donneront le caractère d'une véritable démonstration, s'ils répètent l'expérience de Pictet en pleine mer; si, par un ciel serein et calme, ils comparent la nuit, un thermomètre placé sur le pont avec un thermomètre attaché au sommet du mât. Ce n'est pas que la couche superficielle de l'Océan n'éprouve les effets du rayonnement nocturne, tout comme l'édredon, la laine, l'herbe, etc.; mais dès que sa température a diminué, cette couche se précipite parce qu'elle est devenue spécifiquement plus dense que les couches liquides inférieures. On ne saurait donc espérer, dans ce cas, les énormes refroidissements locaux observés par Wells sur certains corps placés à la surface de la terre, ni le refroidissement anomal de l'air inférieur qui semble en être la conséquence. Tout porte donc à croire que la progression croissante de température atmosphérique observée à terre, n'existera pas en pleine mer; que là, le thermomètre du pont et celui du mât, marqueront à peu près le même degré. L'expérience, toutefois, n'en est

pas moins digne d'intérêt : aux yeux du physicien prudent, il y a toujours une distance immense entre le résultat d'une conjecture et celui d'une observation.

§ 5. — **Méthode expéditive pour déterminer les températures moyennes dans les régions équinoxiales.**

Dans nos climats, la couche terrestre qui n'éprouve ni des variations de température diurnes, ni des variations de température annuelles, se trouve située à une fort grande distance de la surface du sol. Il n'en est pas de même dans les régions équinoxiales; là, d'après les observations de M. Boussingault, il suffit de descendre un thermomètre à la simple profondeur de un tiers de mètre, pour qu'il marque constamment le même degré, à un ou deux dixièmes près. Nos voyageurs pourront donc déterminer très-exactement la température moyenne de tous les lieux où ils stationneront entre les tropiques, en plaine comme sur les montagnes, s'ils ont la précaution de se munir d'un fleuret de mineur, à l'aide duquel il est facile, en peu d'instants, de pratiquer dans le sol un trou d'un tiers de mètre de profondeur.

On remarquera que l'action du foret sur les roches et même sur la terre, donne lieu à un développement de chaleur, et qu'on ne saurait se dispenser d'attendre qu'il se soit entièrement dissipé, avant de commencer les expériences. Il faut aussi, pendant toute leur durée, que l'air ne puisse pas se renouveler dans le trou. Un corps mou, tel que du carton, recouvert d'une grande pierre,

forme un obturateur suffisant. Le thermomètre devra être muni d'un cordon avec lequel on le retirera.

Les observations de M. Boussingault, dont nous venons de nous étayer, pour recommander des forages à la faible profondeur d'un tiers de mètre, comme devant conduire, très-expéditivement, à la détermination des températures moyennes sur toute la largeur des régions intertropicales, ont été faites, dans des lieux abrités, dans des rez-de-chaussée, sous des cabanes d'Indiens, ou sous de simples hangars. Là, le sol se trouve à l'abri de l'échauffement direct produit par l'absorption de la lumière solaire, du rayonnement nocturne et de l'infiltration des pluies. Il faudra conséquemment se placer dans les mêmes conditions, car il n'est pas douteux qu'en plein air, dans des lieux non abrités, on serait forcé de descendre à plus d'un tiers de mètre de profondeur dans le sol, pour atteindre la couche douée d'une température constante.

L'observation de la température de l'eau des puits d'une médiocre profondeur, donne aussi, comme tout le monde sait, fort exactement et sans aucune difficulté, la température moyenne de la surface; nous ne devons donc pas oublier de la faire figurer au nombre des expériences que l'Académie recommande.

### § 6. — Observations à faire sur les sources thermales.

Si, comme tout porte à le croire, les hautes températures des sources appelées thermales, sont uniquement la conséquence de la profondeur d'où l'eau nous arrive,

on doit trouver fort naturel que les sources les plus chaudes soient les moins nombreuses. Toutefois, n'est-il pas extraordinaire qu'on n'en ait jusqu'ici observé aucune dont la température approche du terme de l'ébullition à moins de *vingt degrés* centigrades[1]? Si quelques relations vagues ne nous trompent pas, les Philippines et l'île de Luçon en particulier, pourraient bien faire disparaître cette lacune. Là, comme dans tout autre lieu où il existe des sources thermales, les données à recueillir les plus dignes d'intérêt, seraient celles d'où pourrait résulter la preuve que la température d'une source très-abondante varie ou ne varie pas avec la suite des siècles, et surtout les observations locales qui montreraient la nécessité du passage du liquide émergent à travers des couches terrestres très-profondes. Les sources d'Aix en Provence, envisagées sous ce point de vue, m'ont suggéré un projet d'expériences dont j'ai rendu compte dans ma

1. Nous ne comprenons pas ici dans la catégorie des sources thermales, les geysers d'Islande et autres phénomènes analogues qui dépendent évidemment de volcans actuellement en activité. La plus chaude source thermale proprement dite qui nous soit connue, celle de Chaudes-Aigues, en Auvergne, marque + 80° centigrades. Depuis que cet article a paru dans les instructions destinées à *la Bonite*, MM. de Humboldt et Boussingault m'ont donné pour la température de la source de las Trincheras (Venezuela), en 1800... + 90°.4; en 1823... + 96°.6. La source de las Trincheras, suivant eux, n'a aucune connexion directe avec un volcan actif. Voici, d'autre part, que M. le duc de Raguse m'écrit qu'à Brousse, au pied du mont Olympe, il a trouvé + 84° centigrades dans le bain thermal nommé par les Turcs *Chiurchiest*. Il semblerait donc que 80° est seulement le maximum de température des sources d'Europe. J'engage, au surplus, le lecteur à recourir au chapitre que j'ai consacré à cette question dans ma Notice sur les puits forés (t. VI des *OEuvres*, t. III des *Notices scientifiques*, p. 342 à 372).

Notice sur les puits forés; je dois mecontenter de dire ici qu'il est fort probable que les conditions physiques sur lesquelles se fonde ce projet, se présenteront dans d'autres lieux.

#### § 7. — Hauteur moyenne du baromètre.

Il y a peu d'années on se serait fortement récrié contre toute idée d'une différence permanente entre les hauteurs barométriques correspondantes aux diverses régions du globe, au niveau de la mer. Aujourd'hui de telles différences sont regardées non-seulement comme possibles, mais encore comme probables. MM. les officiers de *la Bonite* doivent donc s'attacher, avec un soin scrupuleux, à conserver leurs baromètres en bon état afin que les observations de toutes les relâches soient parfaitement comparables. Il ne faudra jamais négliger de tenir note de la hauteur exacte de la cuvette du baromètre au-dessus du niveau de la mer.

#### § 8. — De l'influence des divers vents sur les hauteurs du baromètre.

Aussitôt qu'après la mémorable découverte de Torricelli, les météorologistes se livrèrent avec quelque attention aux observations du baromètre, ils reconnurent qu'en général certains vents amènent une ascension rapide de la colonne mercurielle, tandis que les vents opposés produisent l'effet contraire d'une manière également tranchée; le difficile était de déterminer la valeur numérique de ces influences. Il fallait, pour éliminer entièrement les

causes passagères et accidentelles, pour obtenir la véritable mesure des causes permanentes, opérer sur de grands nombres; il fallait donc une longue suite de bonnes observations faites dans la même localité; il fallait les grouper par rhumbs de vents; il fallait dégager les moyennes des effets purement thermométriques.

Burckhardt entreprit ce travail en s'appuyant sur les 27 années d'observations que Messier avait faites à Paris depuis 1773 jusqu'à 1801. Si nous désignons par la lettre H la hauteur moyenne du baromètre à Paris, c'est-à-dire la hauteur déterminée par l'ensemble de toutes les observations, les moyennes correspondantes aux différents rhumbs de vent, seront, d'après les calculs de Burckhardt :

| | | mill. |
|---|---|---|
| Vent du sud.......... | H moins | 3.1 |
| du sud-ouest...... | H moins | 2.9 |
| d'ouest.......... | H moins | 0.4 |
| du nord-ouest.... | H plus | 1.3 |
| du nord......... | H plus | 2.0 |
| du nord-est...... | H plus | 2.6 |
| de l'est.......... | H plus | 1.1 |
| du sud-est....... | H plus | 0.8 |

On voit, à la simple inspection de cette table, que le vent, envisagé, quant à sa direction, amène à Paris dans l'état du baromètre, une variation de $3^{\text{mill.}}.1$ au-dessus de la moyenne, et de $2^{\text{mill.}}.6$ au-dessous, formant une variation totale de $5^{\text{mill.}}.7$, et que les vents opposés, combinés deux à deux, donnent une hauteur moyenne qui, dans les cas extrêmes, diffère à peine d'un demi-millimètre de la moyenne de toutes les observations.

M. Bouvard a présenté à l'Académie les résultats d'un

travail analogue à celui de Burckhardt ; il s'est appuyé sur les observations du baromètre faites à l'Observatoire de Paris, de 1816 à 1831, et a été conduit, en général, aux mêmes conséquences. En effet, si l'on conserve à la lettre H la signification qu'elle avait dans la table précédente, nous aurons pour les hauteurs barométriques correspondantes aux divers rhumbs de vent :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | mill. | | |
| Vent du sud....... | H moins | 3.7 | (2,944 | observations.) |
| du sud-ouest.. | H moins | 3.0 | (2,847 | *id.* ) |
| d'ouest........ | H moins | 0.8 | (3,402 | *id.* ) |
| du nord-ouest.. | H plus | 2.0 | (1,533 | *id.* ) |
| du nord....... | H plus | 3.2 | (2,140 | *id.* ) |
| du nord-est.... | H plus | 3.2 | (1,390 | *id.* ) |
| d'est.......... | H plus | 1.7 | (1,248 | *id.* ) |
| du sud-est..... | H moins | 1.7 | ( 890 | *id.* ) |

Les observations journalières de 9 heures du matin, de midi et de 3 heures du soir, ont toutes les trois concouru à la formation de ces nombres. On trouverait les mêmes résultats, à un dixième de millimètre près, en n'employant que les hauteurs maxima de 9 heures et les hauteurs minima de 3 heures.

Ici, comme dans la table de Burckhardt, les demi-sommes des hauteurs correspondantes aux vents opposés, sont à peu près égales à H, c'est-à-dire à la moyenne totale. Le plus grand effet moyen du vent est de $6^{\text{mill.}}.9$, ce qui surpasse le résultat donné par les observations de Messier de $1^{\text{mill.}}.2$.

Il découle, au reste, de l'une comme de l'autre table, cette conséquence dont les météorologistes ne sauraient assez se pénétrer, que pour obtenir, dans nos climats, la

hauteur moyenne du baromètre, il est indispensable de faire entrer dans le calcul un nombre égal d'observations correspondantes à des vents de directions opposées.

Les tableaux que nous venons de transcrire soulèvent plusieurs questions scientifiques ; ils mènent à se demander comment cette influence des vents sur la pression atmosphérique, varie avec la position des lieux, avec leur plus ou moins grande distance à la mer, avec leur latitude, etc. En attendant que des données suffisamment nombreuses, permettent d'attaquer de front ces divers problèmes météorologiques, je mettrai ici sous les yeux du lecteur les résultats de deux séries d'observations très-exactes qui ont été communiquées à l'Académie par MM. Schuster et Gambart. Les premières ont été faites à l'École de l'Artillerie et du Génie de Metz; les autres à l'Observatoire de Marseille.

*Observations de Metz.* (Neuf années.)

| | | mill. |
|---|---|---|
| Vent du sud.......... | H moins | 2.4 |
| du sud-ouest.... | H moins | 2.1 |
| d'ouest......... | H moins | 0.6 |
| du nord-ouest.. | H plus | 0.3 |
| du nord......... | H plus | 2.4 |
| du nord-est.... | H plus | 2.1 |
| d'est........... | H plus | 1.0 |
| du sud-est...... | H moins | 0.8 |

La différence entre les extrêmes est sensiblement moindre que par les observations de Paris. Toutefois, il serait prématuré de tirer de ce fait, peut-être purement accidentel, des conséquences générales.

Voici qui paraît plus tranché :

*Observations de Marseille.* (Cinq années.)

| | | mill. |
|---|---|---|
| Vent du sud......... | H plus | 0.0 |
| du sud-ouest... | H plus | 0.7 |
| d'ouest......... | H moins | 0.5 |
| du nord-ouest... | H moins | 0.9 |
| du nord........ | " | |
| du nord-est..... | " | |
| d'est........... | H plus | 0.2 |
| du sud-est...... | H plus | 0.5 |

Quoique ce dernier tableau soit incomplet; quoiqu'il se fonde seulement sur cinq années d'observations; quoique les vents du nord et du nord-est y manquent entièrement, il n'en résulte pas moins que, si la direction du vent exerce à Marseille quelque influence sur les hauteurs barométriques, cette influence y est très-faible, et ne doit pas avoir toujours, pour les vents de semblables dénominations, le même signe qu'au nord de la France. Ainsi, tandis qu'à Paris le vent du sud-ouest maintient le baromètre notablement au-dessous de la moyenne, à Marseille, son influence est positive; d'autre part, le vent du nord-ouest, qui fait notablement monter le baromètre à Paris, est celui qui produit le maximum d'abaissement à Marseille.

Ces remarques, quand elles pourront être appliquées à une grande variété de lieux, mettront probablement les météorologistes sur la voie de l'explication d'un phénomène qui jusqu'ici s'est joué de tous leurs efforts.

### § 9. — Des variations diurnes du baromètre.

Il existe de nombreux Mémoires sur la variation diurne du baromètre. Ce phénomène a été étudié depuis l'équateur jusqu'aux régions les plus voisines des pôles, au niveau de la mer, sur les immenses plateaux de l'Amérique, sur des sommets isolés de très-hautes montagnes, et néanmoins la cause en est restée jusqu'ici ignorée. Il importe donc de multiplier encore les observations. Dans nos climats, le voisinage de la mer semble se manifester par une diminution sensible dans l'amplitude de l'oscillation diurne; en est-il de même entre les tropiques?

### § 10. — Observations sur la pluie.

Les navigateurs parlent des pluies qui, parfois, tombent sur leurs bâtiments pendant qu'ils traversent les régions équinoxiales, dans des termes qui devraient faire supposer qu'il pleut beaucoup plus abondamment en mer qu'à terre. Mais ce sujet est resté jusqu'ici dans le domaine des simples conjectures : rarement on s'est donné la peine de procéder à des mesures exactes. Ces mesures, cependant, ne sont pas difficiles. Nous voyons, par exemple, que le capitaine Tuckey en avait fait plusieurs pendant sa malheureuse expédition au fleuve Zaïre ou Congo. Nous savons que *la Bonite* sera pourvue d'un petit udomètre. Il nous semble donc convenable d'inviter son commandant à le faire placer sur l'arrière du bâtiment, dans une position où il ne pourra recevoir ni la pluie

que recueillent les voiles ni celle qui tombe des cordages.

On ajouterait beaucoup à l'intérêt de ces observations, si l'on déterminait en même temps la température de la pluie et la hauteur d'où elle tombe.

Pour avoir, avec quelque exactitude, la température de la pluie, il faut que la masse d'eau soit considérable relativement à celle du récipient qui la reçoit. L'udomètre en métal ne satisferait pas à cette condition. Il vaut infiniment mieux prendre un large entonnoir formé avec une étoffe légère, à tissu très-serré, et recevoir l'eau qui coule par le bas dans un verre à minces parois renfermant un petit thermomètre. Voilà pour la température. L'élévation des nuages où la pluie se forme, ne peut être déterminée que dans des temps d'orage ; alors le nombre des secondes qui s'écoulent entre l'éclair et l'arrivée du bruit multiplié par 337 mètres, vitesse de la propagation du son, donne la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont le côté vertical est précisément la hauteur cherchée. Cette hauteur pourra être calculée, si à l'aide d'un instrument à réflexion, on évalue l'angle que forme avec l'horizon la ligne qui, partant de l'œil de l'observateur, aboutit à la région des nuages où l'éclair s'est d'abord montré.

Supposons, pour un moment, qu'il tombe sur le navire de la pluie dont la température soit au-dessous de celle que doivent avoir les nuages d'après leur hauteur et la rapidité connue du décroissement de la chaleur atmosphérique ; tout le monde comprendra quel rôle un pareil résultat jouerait en météorologie.

Supposons d'autre part, qu'un jour de grêle (car il

grêle en pleine mer), le même système d'observations vienne à prouver que les grêlons se sont formés dans une région où la température atmosphérique était supérieure au terme de la congélation de l'eau, et l'on aura enrichi la science d'un résultat précieux auquel la théorie à venir de la grêle devra satisfaire.

Nous pourrions, par bien d'autres considérations, faire ressortir l'utilité des observations que nous venons de proposer; mais les deux qui précèdent doivent suffire.

§ 11. — Pluie par un ciel parfaitement serein.

Il est des phénomènes extraordinaires sur lesquels la science possède peu d'observations, par la raison que ceux à qui il a été donné de les voir, évitent d'en parler de peur de passer pour des rêveurs sans discernement. Au nombre de ces phénomènes, nous rangerons certaines pluies des régions équinoxiales.

Quelquefois, entre les tropiques, il pleut par l'atmosphère la plus pure, par un ciel du plus bel azur! Les gouttes ne sont pas très-serrées; mais elles surpassent en grosseur les plus larges gouttes de pluie d'orage de nos climats. Le fait est certain: nous en avons pour garants et M. de Humboldt, qui l'a observé dans l'intérieur des terres, et M. le capitaine Beechey, qui en a été témoin en pleine mer. Quant aux circonstances dont une aussi singulière précipitation d'eau peut dépendre, elles ne nous sont pas connues. En Europe, on voit quelquefois, par un temps froid et parfaitement serein, tomber lentement en plein midi de petits cristaux de glace dont

le volume s'augmente de toutes les parcelles d'humidité qu'ils congèlent dans leur trajet. Ce rapprochement ne mettrait-il pas sur la voie de l'explication désirée ? Les grosses gouttes n'ont-elles pas été dans les plus hautes régions de l'atmosphère, d'abord, de très-petites parcelles de glace excessivement froides ; ensuite, plus bas, par voie d'agglomération, de gros glaçons ; plus bas encore des glaçons fondus ou de l'eau ? Il est bien entendu que ces conjectures ne sont consignées ici que pour montrer sous quel point de vue le phénomène peut être étudié ; que pour exciter surtout nos jeunes voyageurs à chercher avec soin si, pendant ces singulières pluies, les régions du ciel d'où elles tombent n'offriraient pas quelques traces de halo. Si ces traces s'apercevaient, quelque légères qu'elles fussent, l'existence de cristaux de glace dans les hautes régions de l'air serait démontrée.

§ 12. — Nécessité de la comparaison des instruments.

Il n'est presque pas de contrée où, maintenant, on ne trouve des météorologistes ; mais, il faut l'avouer, ils observent ordinairement à des heures choisies sans discernement et avec des instruments inexacts ou mal placés. Il ne semble pas difficile, aujourd'hui, de ramener les observations d'une heure quelconque, à la température moyenne du jour ; ainsi un tableau météorologique, quelles que soient les heures qui y figurent, aura du prix à la seule condition que les instruments employés auront pu être comparés à des baromètres et à des thermomètres étalons.

Nous croyons que l'on doit recommander ces comparaisons à MM. les officiers de *la Bonite.* Partout où on les aura effectuées, les observations météorologiques locales auront du prix. Une collection des journaux du pays suppléera souvent à des copies qu'on obtiendrait difficilement.

## CHAPITRE III

### MAGNÉTISME

#### § 1. — Variations diurnes de la déclinaison.

La science s'est enrichie, depuis quelques années, d'un bon nombre d'observations de variations diurnes de l'aiguille aimantée; mais la plupart de ces observations ont été faites ou dans des îles ou sur les côtes occidentales des continents. Des observations analogues correspondantes faites sur des côtes orientales, seraient aujourd'hui très-utiles : elles serviraient, en effet, à soumettre à une épreuve presque décisive la plupart des explications qu'on a essayé de donner de ce mystérieux phénomène.

L'itinéraire de l'expédition ne permet pas de supposer que *la Bonite* puisse relâcher ou du moins séjourner quelque temps, dans les points situés entre l'équateur terrestre et l'équateur magnétique, tels que Fernambouc, Payta, le cap Comorin, les îles Pelew. Sans cela, nous eussions recommandé d'une manière particulière, d'y établir solidement, et loin de toute masse ferrugineuse, le bel instrument de M. Gambey, et de suivre les oscillations de l'aiguille avec un soin scrupuleux.

A tout événement, nous poserons ici le problème que serviraient à résoudre des observations faites dans les points que nous venons de nommer.

Dans l'hémisphère nord, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se tourne vers le nord, marche

De l'est à l'ouest, depuis 8h 1/4 du matin jusqu'à 1h 1/4 après-midi.
De l'ouest à l'est, depuis 1h 1/4 ap.-midi jusqu'au lendemain matin.

Notre hémisphère ne peut avoir, à cet égard, aucun privilége; ce qu'y éprouve la pointe nord, doit se produire sur la pointe sud, au sud de l'équateur. Ainsi, dans l'hémisphère sud, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se tourne vers le sud, marchera

De l'est à l'ouest, depuis 8h 1/4 du matin jusqu'à 1h 1/4 après-midi.
De l'ouest à l'est, depuis 1h 1/4 ap.-midi jusqu'au lendemain matin.

L'observation, au surplus, s'est trouvée d'accord avec le raisonnement.

Comparons maintenant les mouvements simultanés des deux aiguilles, en les rapportant à la même pointe, à celle qui est tournée vers le nord.

Dans l'hémisphère sud, la pointe tournée vers le sud, marche

De l'est à l'ouest, depuis 8h 1/4 du matin jusqu'à 1h 1/4 après-midi;

donc la pointe nord de la même aiguille éprouve le mouvement contraire; ainsi définitivement, dans l'hémisphère sud, la pointe tournée vers le nord, marche

De l'ouest à l'est, depuis 8h 1/4 du matin jusqu'à 1h 1/4 après-midi;

c'est précisément l'opposé du mouvement qu'effectue,

aux mêmes heures, dans notre hémisphère la même pointe nord.

Supposons qu'un observateur partant de Paris s'avance vers l'équateur. Tant qu'il sera dans notre hémisphère, la pointe nord de son aiguille effectuera tous les matins un mouvement vers l'occident; dans l'hémisphère opposé la pointe nord de cette même aiguille éprouvera tous les matins un mouvement vers l'orient. Il est impossible que ce passage du mouvement occidental au mouvement oriental se fasse d'une manière brusque : il y a nécessairement entre la zone où s'observe le premier de ces mouvements, et celle où s'opère le second, une ligne où le matin l'aiguille ne marche ni à l'orient ni à l'occident, c'est-à-dire reste stationnaire.

Une semblable ligne ne peut pas manquer d'exister; mais où la trouver? Est-elle l'équateur magnétique, l'équateur terrestre, ou bien quelque courbe d'égale intensité?

Des recherches faites pendant plusieurs mois sur des points situés dans l'un des espaces que l'équateur terrestre et l'équateur magnétique comprennent entre eux, tels que Fernambouc, Payta, la Conception, les îles Pelew, etc., conduiraient certainement à la solution désirée; mais plusieurs mois d'observations assidues seraient nécessaires, car malgré l'habileté de l'observateur, les courtes relâches de M. le capitaine Duperrey, à la Conception et à Payta, faites à la demande de l'Académie, ont laissé subsister quelques doutes.

§ 2. — Inclinaisons.

En général, dans les lieux où l'expédition ne séjournera pas une semaine entière, il serait peu utile de se livrer à l'observation des variations diurnes de l'aiguille aimantée horizontale. Il n'en est pas de même des autres éléments magnétiques. Partout où *la Bonite* s'arrêtera, ne fût-ce que quelques heures, il faudra, si c'est possible, mesurer la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité.

En cherchant à concilier les observations d'inclinaison, faites à des époques éloignées dans diverses régions de la terre peu distantes de l'équateur magnétique, on avait reconnu, depuis quelques années, que cet équateur s'avance progressivement et en totalité de l'orient à l'occident. Aujourd'hui on suppose que ce mouvement est accompagné d'un changement de forme. L'étude des lignes d'égale inclinaison, envisagée sous le même point de vue, n'offrira pas moins d'intérêt. Il sera curieux, quand toutes ces lignes auront été tracées sur les cartes, de les suivre de l'œil dans leurs déplacements et dans leurs changements de courbure : d'importantes vérités pourront jaillir de cet examen. On comprend maintenant pourquoi nous demandons autant de mesures d'inclinaison qu'on en pourra recueillir.

On a souvent agité la question de savoir si en général, dans un lieu déterminé, l'aiguille d'inclinaison marquerait exactement le même degré à la surface du sol, à une grande hauteur dans les airs et à une grande profondeur dans une mine. Le manque d'uniformité dans la

composition chimique du terrain, rend la solution de ce problème très-difficile. Si l'on observe en ballon, les mesures ne sont pas suffisamment exactes. Quand le physicien prend sa station sur une montagne, il est exposé à des attractions locales; des masses ferrugineuses peuvent alors altérer notablement la position de l'aiguille, sans que rien en avertisse. La même incertitude affecte les observations faites dans les galeries de mines. Ce n'est pas qu'il soit absolument impossible de déterminer en chaque lieu la part des circonstances accidentelles, mais il faut pour cela avoir des instruments d'une grande perfection; il faut pouvoir s'éloigner de la station qu'on a choisie, dans toutes les directions, et jusqu'à d'assez grandes distances; il faut enfin répéter les expériences, beaucoup plus qu'un voyageur n'a ordinairement les moyens de le faire. Quoi qu'il en puisse être, les observations de cette espèce sont dignes d'intérêt. Leur ensemble conduira peut-être un jour à quelque résultat général.

Quant à la déclinaison, son immense utilité est trop bien sentie des navigateurs, pour qu'à cet égard toute recommandation ne soit pas superflue.

### § 3. — Observations d'intensité.

Les observations d'intensité ne datent que des voyages de d'Entrecasteaux et de M. de Humboldt; et, cependant, elles ont déjà jeté de vives lumières sur la question si compliquée, mais en même temps si intéressante, du magnétisme terrestre. Ce genre d'observations mérite,

au plus haut degré, de fixer l'attention des officiers de *la Bonite*, car aujourd'hui, à chaque pas le théoricien est arrêté par le manque de mesures exactes.

Les voyages aérostatiques de MM. Biot et Gay-Lussac, exécutés jadis sous les auspices de l'Académie, étaient en grande partie destinés à l'examen de cette question capitale : la force magnétique qui, à la surface de la terre, dirige l'aiguille aimantée vers le nord, a-t-elle exactement la même intensité à quelque hauteur que l'on s'élève?

Les observations de nos deux confrères, celles de M. de Humboldt faites dans les pays de montagnes; les observations encore plus anciennes de Saussure, semblèrent toutes montrer qu'aux plus grandes hauteurs qu'il soit donné à l'homme d'atteindre, le décroissement de la force magnétique est encore inappréciable.

Cette conclusion a récemment été contredite. On a remarqué que dans le voyage de M. Gay-Lussac, par exemple, le thermomètre qui, à terre, au moment du départ, marquait + 31° centigrades, s'était abaissé jusqu'à — 9°.0 dans la région aérienne où notre confrère fit osciller une seconde fois son aiguille; or, il est aujourd'hui parfaitement établi, qu'en un même lieu, sous l'action d'une même force, une même aiguille oscille d'autant plus vite que sa température est moindre. Ainsi, pour rendre les observations du ballon et celles de terre comparables, il aurait fallu, à raison de l'état du thermomètre, apporter une certaine diminution à la force que les observations supérieures indiquaient. Sans cette correction, l'aiguille semblait également attirée en

haut et en bas; donc, malgré les apparences, il y avait affaiblissement réel.

Cette diminution de la force magnétique avec la hauteur, semble aussi résulter des observations faites en 1829, au sommet du Mont Elbrouz (dans le Caucase), par M. Kupffer. Ici l'on a tenu un compte exact des effets de la température, et cependant diverses irrégularités dans la marche de l'inclinaison, jettent quelque doute sur le résultat.

Nous croyons donc que la comparaison de l'intensité magnétique, au bas et au sommet d'une montagne, doit être spécialement recommandée aux officiers de *la Bonite*. Le Mowna-Roa, des îles Sandwich, semble devoir être un lieu très-propre à ce genre d'observations. On pourrait aussi les répéter sur le Tacora, si l'expédition s'arrête seulement trois ou quatre jours à Arica.

## CHAPITRE IV

### MÉTÉORES LUMINEUX

#### § 1. — De la Foudre.

M. Fusinieri a étudié les effets de la foudre sous un point de vue entièrement neuf.

Suivant ce physicien, les étincelles électriques provenant des machines ordinaires, que nous voyons traverser l'air, contiennent du laiton en fusion et des molécules incandescentes de zinc, quand elles émanent d'un conducteur en laiton : si les étincelles partent d'une boule d'argent, elles contiennent des particules impal-

pables d'argent. Une sphère en or donne naissance, de la même manière, à des étincelles qui, pendant leur trajet dans l'atmosphère, renferment de l'or fondu, etc., etc.

Dans le centre de toutes ces étincelles, il y a des molécules seulement fondues ; mais sur le contour extérieur les parcelles métalliques éprouvent une combustion plus ou moins forte par leur contact avec l'oxygène de l'atmosphère.

Lorsqu'une étincelle, provenant d'une boule d'or, traverse une plaque d'argent, même assez épaisse, on aperçoit sur les deux surfaces de cette plaque, au point d'entrée et au point de sortie du jet électrique, une couche circulaire d'or dont l'épaisseur doit être bien petite puisque la volatilisation naturelle suffit pour la faire disparaître en entier au bout de quelque temps. Suivant M. Fusinieri, ces deux taches métalliques se forment aux dépens de l'or en fusion que l'étincelle électrique contient. Le dépôt sur la première face n'aurait rien d'extraordinaire ; mais en adoptant pour la tache de la surface de sortie l'explication du physicien italien, on est obligé d'admettre que l'or disséminé dans l'étincelle primitive, a traversé avec elle, du moins en partie, toute l'épaisseur de la plaque d'argent !

Il n'est pas sans doute nécessaire d'ajouter qu'une étincelle sortant d'une boule de cuivre, donne lieu à des phénomènes analogues.

L'étincelle qui émane d'un certain métal n'abandonne pas seulement une partie des molécules dont elle était d'abord imprégnée, quand elle va traverser un autre métal : elle se charge encore aux dépens de celui-ci, de

molécules nouvelles. M. Fusinieri assure même qu'à chaque passage de l'étincelle il s'opère des échanges réciproques entre les deux métaux en présence ; que si l'étincelle, par exemple, part de l'argent pour se porter sur le cuivre, il n'y a pas seulement transport du premier métal sur le cuivre, mais aussi transport du cuivre sur l'argent. Je n'insisterai pas davantage sur ces phénomènes ; je ne les ai même cités ici qu'afin de montrer que les étincelles de nos machines ordinaires contiennent des matières pondérables.

M. Fusinieri prétend qu'il existe de semblables matières dans la foudre ; qu'elles y sont aussi à l'état de grande division, d'ignition et de combustion. Suivant ce physicien, des matières transportées sont la véritable cause des odeurs passagères que laisse le tonnerre partout où il éclate, comme aussi des dépôts pulvérulents dont demeurent entourées les fractures à travers lesquelles la matière électrique s'ouvre un passage. Ces dépôts, beaucoup trop négligés jusqu'ici des observateurs, ont offert à M. Fusinieri du fer métallique, du fer à divers degrés d'oxydation, et du soufre. Les taches ferrugineuses laissées sur les murs des maisons, pourraient, à la rigueur, provenir du fer dont la foudre se serait chargée aux dépens de celui qui fait partie des bâtisses de tout genre ; mais que dirait-on des taches sulfureuses de ces mêmes murs, et surtout des taches ferrugineuses qu'on trouve en rase campagne sur les arbres foudroyés ? M. Fusinieri se croit donc autorisé à conclure de ses expériences, que l'atmosphère renferme à toute hauteur, ou du moins jusqu'à la région des nuées orageuses, du

fer, du soufre et d'autres matières sur la nature desquelles l'analyse chimique est restée jusqu'ici muette; que l'étincelle électrique s'en imprègne et qu'elle les transporte à la surface de la terre où elles vont former de très-minces dépôts autour des points foudroyés.

Cette manière nouvelle d'envisager les phénomènes électriques mérite assurément d'être suivie avec l'exactitude que l'état actuel de la science comporte. Tous ceux qui seront témoins de la chute de la foudre, feront donc une chose très-utile en recueillant avec soin la matière noire ou colorée que le fluide électrique semble avoir déposée sur toutes les parties de sa route où il a dû y avoir des changements brusques de vitesse. Une analyse chimique scrupuleuse de ces dépôts peut conduire à des découvertes inattendues et d'une grande importance.

### § 2. — Étoiles filantes.

Depuis qu'on s'est avisé d'observer avec exactitude quelques étoiles filantes, on a pu voir combien ces phénomènes si longtemps dédaignés, combien ces prétendus météores atmosphériques, ces soi-disant traînées de gaz hydrogène enflammé, méritent d'attention. Leur parallaxe les a déjà placées beaucoup plus haut que, dans les théories adoptées, les limites sensibles de notre atmosphère ne semblaient le comporter[1]. En cherchant la

1. Des observations comparatives faites en 1823 à Breslau, à Dresde, à Leipe, à Brieg, à Gleiwitz, etc., par le professeur Brandes et plusieurs de ses élèves, ont donné jusqu'à 500 mille anglais (environ 200 lieues de poste) pour la hauteur de certaines étoiles filantes.
La vitesse apparente de ces météores s'est trouvée quelquefois de

direction apparente suivant laquelle les étoiles filantes se meuvent le plus ordinairement, on a reconnu, par une autre voie, que si elles s'enflamment dans notre atmosphère, elles n'y prennent pas du moins naissance, qu'elles viennent du dehors. Cette direction la plus habituelle des étoiles filantes, semble diamétralement opposée au mouvement de translation de la Terre dans son orbite!

Il serait désirable que ce résultat fût établi sur la discussion d'une grande quantité d'observations. Nous croyons donc qu'à bord de *la Bonite*, et pendant toute la durée de sa navigation, les officiers de quart devront être invités à noter l'heure de l'apparition de chaque étoile filante, sa hauteur angulaire approchée au-dessus de l'horizon, et surtout la direction de son mouvement. En rapportant ces météores aux principales étoiles des constellations qu'ils traversent, les diverses questions que nous venons d'indiquer peuvent être résolues d'un coup d'œil. Voilà donc un sujet de recherches qui n'occasionnera aucune fatigue. En tout cas, pour que nos jeunes compatriotes s'y attachent, il nous suffira de leur faire remarquer combien il serait piquant d'établir que la Terre est une planète, par des preuves puisées dans

36 milles (12 lieues) par seconde. C'est à peu près le double de la vitesse de translation de la Terre autour du Soleil. Ainsi, alors même qu'on voudrait prendre la moitié de cette vitesse apparente pour une illusion, pour un effet du mouvement de translation de la Terre dans son orbite, il resterait 6 lieues à la seconde pour la vitesse réelle de l'étoile. Six lieues à la seconde, c'est une vitesse plus grande que celle de toutes les planètes supérieures, la Terre exceptée.

des phénomènes tels que les étoiles filantes, dont l'inconstance était devenue proverbiale. Nous ajouterions encore, s'il était nécessaire, qu'on n'entrevoit guère aujourd'hui la possibilité d'expliquer l'étonnante apparition de bolides observée en Amérique dans la nuit du 12 au 13 novembre 1833, si ce n'est en supposant qu'outre les grandes planètes, il circule autour du soleil des milliards de petits corps qui ne deviennent visibles qu'au moment où ils pénètrent dans notre atmosphère et s'y enflamment ; que ces astéroïdes (pour nous servir de l'expression qu'Herschel appliqua jadis à Cérès, Pallas, Junon et Vesta) se meuvent en quelque sorte par groupes ; qu'il en existe cependant d'isolés ; et que l'observation assidue des étoiles filantes sera, à tout jamais, le seul moyen de nous éclairer sur ces curieux phénomènes.

Nous venons de faire mention de l'apparition d'étoiles filantes observée en Amérique en 1833. Ces météores se succédaient à de si courts intervalles, qu'on n'aurait pas pu les compter ; des évaluations modérées portent leur nombre à des centaines de mille[1]. On les aperçut le long de la côte orientale de l'Amérique, depuis le golfe du Mexique jusqu'à Halifax ; depuis 9 heures du soir jus-

1. Les étoiles étaient si nombreuses, elles se montraient dans tant de régions du ciel à la fois, qu'en essayant de les compter on ne pouvait guère espérer d'arriver qu'à de grossières approximations. L'observateur de Boston les assimilait au moment du maximum à la moitié du nombre de flocons qu'on aperçoit dans l'air pendant une averse ordinaire de neige. Lorsque le phénomène se fut considérablement affaibli, il compta 650 étoiles en 15 minutes, quoiqu'il circonscrivît ses remarques à une zone qui n'était pas le dixième

qu'au lever du soleil, et même, dans quelques endroits, en plein jour, à 8 heures du matin. Tous ces météores partaient d'un même point du ciel situé près de γ du Lion, et cela, quelle que fût d'ailleurs, par l'effet du mouvement diurne de la sphère, la position de cette étoile. Voilà assurément un résultat fort étrange ; eh bien, citons-en un second qui ne l'est pas moins.

La pluie d'étoiles filantes de 1833 eut lieu, nous l'avons déjà dit, dans la nuit du 12 au 13 novembre.

En 1799, une pluie semblable fut observée en Amérique par M. de Humboldt ; au Groënland par les frères Moraves ; en Allemagne par diverses personnes.

La date est la nuit du 11 au 12 novembre.

L'Europe, l'Arabie, etc., en 1832, furent témoins du même phénomène, mais sur une moindre échelle.

La date est encore la nuit du 12 au 13 novembre.

Cette presque identité de dates nous autorise d'autant plus à inviter nos jeunes navigateurs à veiller attentivement à tout ce qui pourra apparaître dans le firmament du 10 au 15 novembre, que les observateurs qui, favorisés par une atmosphère sereine, ont attendu le phénomène l'année dernière (1834), en ont aperçu des traces manifestes dans la nuit du 12 au 13 novembre.

Depuis que mon Rapport relatif aux observations qu'il

de l'horizon visible. Ce nombre, suivant lui, n'était que les deux tiers du total ; ainsi il aurait dû trouver 866, et pour tout l'hémisphère visible 8,660. Ce dernier chiffre donnerait 34,640 étoiles par heure. Or le phénomène dura plus de sept heures ; donc le nombre de celles qui se montrèrent à Boston dépasse 240,000 ; car, on ne doit pas l'oublier, les bases de ce calcul furent recueillies à une époque où le phénomène était déjà notablement dans son déclin.

me paraissait utile de recommander aux officiers de *la Bonite*, a été lu à l'Académie, M. Bérard, l'un des officiers les plus instruits de la marine française, m'a fait l'amitié de m'adresser l'extrait ci-après du journal du brick *le Loiret*. M. Bérard était le commandant de ce navire.

« Le 13 novembre 1831, à quatre heures du matin, le ciel était parfaitement pur, la rosée très-abondante ; nous avons vu un nombre considérable d'étoiles filantes et de météores lumineux d'une grande dimension ; pendant plus de trois heures, il s'en est montré, terme moyen, deux par minute. Un de ces météores qui a paru au zénith en faisant une énorme traînée dirigée de l'est à l'ouest, nous a présenté une bande lumineuse très-large (égale à la moitié du diamètre de la Lune), et où l'on a très-bien distingué plusieurs des couleurs de l'arc-en-ciel. Sa trace est restée visible pendant plus de six minutes.

« Nous étions alors sur la côte d'Espagne, près de Carthagène :

| | |
|---|---|
| Thermomètre dans l'air.... | 17°.0 |
| Baromètre................ | 769<sup>mill.</sup>.24 |
| Température de la mer.... | 18°.5 centigrades. » |

Le 13 novembre 1835, un éclatant et large météore est tombé près de Belley (département de l'Ain) et a incendié une grange. (Observation de M. Millet-Daubenton.)

Dans la même nuit du 13 novembre, une étoile filante, plus grande et plus brillante que Jupiter, fut observée à Lille par M. Delezenne. Elle laissa sur sa route une traî-

née d'étincelles semblable en tout point à celle qui suit une fusée à baguette.

Ainsi se confirme de plus en plus l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la Terre va occuper tous les ans, du 11 au 13 novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous.

Je n'ai sans doute pas besoin de dire combien aujourd'hui il sera important de rechercher si d'autres traînées d'astéroïdes ne rencontrent pas l'écliptique dans des points différents de celui où la Terre va se placer vers le 13 novembre. Cette recherche, il faudra la faire, par exemple, du 20 au 24 avril, car en 1803 (je crois que ce fut le 22 avril), depuis une heure jusqu'à trois heures du matin, on vit en Virginie et dans le Massachusetts, des étoiles filantes tomber en si grand nombre dans toutes les directions qu'on aurait cru assister à une pluie de fusées.

Messier rapporte que le 17 juin 1777, vers midi, il vit passer sur le Soleil, pendant cinq minutes, un nombre prodigieux de globules noirs. Ces globules n'étaient-ils pas aussi des astéroïdes?

### § 3. — Lumière zodiacale.

La lumière zodiacale, quoiqu'elle soit connue depuis près de deux siècles, offre encore aux cosmologues un problème qui n'a pas été résolu d'une manière satisfaisante. L'étude de ce phénomène, par la nature même des

choses, est principalement réservée aux observateurs placés dans les régions équinoxiales. Eux seuls pourront décider si Dominique Cassini s'était suffisamment défié des causes d'erreur auxquelles on est exposé dans nos atmosphères variables; s'il avait pris en assez grande considération la pureté de l'air, lorsque dans son ouvrage il annonçait :

Que la lumière zodiacale est constamment plus vive le soir que le matin;

Qu'en peu de jours sa longueur peut varier entre 60 et 100°;

Que ces variations sont liées à l'apparition des taches solaires, de telle sorte, par exemple, qu'il y aurait eu dépendance directe et non pas seulement coïncidence fortuite entre la faiblesse de la lumière zodiacale en 1688, et l'absence de toute tache ou facule sur le disque solaire, dans cette même année?

Il nous semble donc que l'Académie doit désirer que les officiers de *la Bonite*, pendant toute la durée de leur séjour entre les tropiques, et quand la Lune n'éclairera pas l'horizon, veuillent bien, soir et matin, après le coucher du Soleil ou avant son lever, prendre note des constellations que la lumière zodiacale traversera; de l'étoile qu'atteindra sa pointe, et de la largeur angulaire du phénomène près de l'horizon, à une hauteur déterminée. Il serait sans doute superflu de dire qu'il faudra tenir compte de l'heure des observations. Quant à la discussion des résultats, elle pourra, sans aucun inconvénient, être renvoyée à l'époque du retour.

Nous n'ignorons pas, et déjà, comme on a pu voir,

nous l'avons insinué, que de très-bons esprits regardent les résultats de Dominique Cassini comme peu dignes de confiance. Il leur répugne d'admettre que des changements physiques sensibles puissent s'opérer simultanément dans l'étendue immense que la lumière zodiacale embrasse. Suivant eux, les variations d'intensité et de longueur signalées par ce grand astronome n'avaient rien de réel, et il ne faut en chercher l'explication que dans des intermittences de la diaphanéité atmosphérique.

Il ne serait peut-être pas impossible de trouver, dès ce moment, dans les observations de Fatio, comparées à celles de Cassini, la preuve que des variations atmosphériques ne sauraient suffire à l'explication des phénomènes signalés par l'astronome de Paris; quant à l'objection tirée de l'immensité de l'espace dans lequel les changements physiques devraient s'opérer, elle a perdu toute sa gravité depuis les phénomènes du même genre dont la comète de Halley vient de nous rendre témoins.

Nos jeunes compatriotes peuvent donc se livrer avec zèle aux observations que nous leur signalons. La question est importante, et personne jusqu'ici ne peut se flatter de l'avoir définitivement résolue.

### § 4. — Aurores boréales.

Il est assez bien établi maintenant qu'il y a autant d'aurores polaires vers l'hémisphère sud que dans les régions arctiques. Tout porte à penser que les apparitions des aurores australes et celles dont nous sommes témoins en Europe, suivent les mêmes lois. Cependant ce

n'est là qu'une conjecture. Si une aurore australe se montrait aux officiers de *la Bonite* sous la forme d'un arc, il serait donc important de noter exactement les orientations des points d'intersection de cet arc avec l'horizon, et, à leur défaut, l'orientation du point le plus élevé. En Europe, ce point le plus élevé paraît toujours situé dans le méridien magnétique du lieu où se trouve l'observateur.

De nombreuses recherches, faites à Paris, ont prouvé que toutes les aurores boréales, voire même celles qui ne s'élèvent pas au-dessus de notre horizon et dont nous ne connaissons l'existence que par les relations des observateurs situés dans les régions polaires, altèrent fortement la déclinaison de l'aiguille aimantée, l'inclinaison et l'intensité. Qui oserait donc arguer du grand éloignement des aurores australes, pour affirmer qu'aucune d'elles ne peut porter du trouble dans le magnétisme de notre hémisphère? En tous cas, l'attention que nos voyageurs mettront à tenir une note exacte de ces phénomènes, pourra répandre quelques lumières sur la question. Des dispositions sont déjà prises, en effet, afin que pendant toute la durée de la circumnavigation de *la Bonite*, les observations magnétiques soient faites à Paris à des époques fort rapprochées et de manière qu'aucune perturbation ne puisse passer inaperçue.

### § 5. — Arc-en-ciel.

L'explication de l'arc-en-ciel peut être regardée comme une des plus belles découvertes de Descartes; cette explication, toutefois, même après les développements que

Newton lui a donnés, n'est pas complète. Quand on regarde attentivement ce magnifique phénomène, on aperçoit sous le rouge de l'arc intérieur plusieurs séries de vert et de pourpre formant des arcs étroits, contigus, bien définis et parfaitement concentriques à l'arc principal. De ces arcs supplémentaires (car c'est le nom qu'on leur a donné), la théorie de Descartes et de Newton n'en parle point; elle ne saurait même s'y appliquer.

Les arcs supplémentaires paraissent être un effet d'interférences lumineuses. Ces interférences ne peuvent être engendrées que par des gouttes d'eau d'une certaine petitesse. Il faut aussi, car sans cela le phénomène n'aurait aucun éclat, il faut que les gouttes de pluie, outre les conditions de grosseur, satisfassent, du moins pour le plus grand nombre, à celle d'une égalité de dimension presque mathématique. Si donc les arcs-en-ciel des régions équinoxiales n'offraient jamais d'arcs supplémentaires, ce serait une preuve que les gouttes d'eau s'y détacheraient des nuages, plus grosses et plus inégales que dans nos climats. Dans l'ignorance où nous sommes des causes de la pluie, cette donnée ne serait pas sans intérêt.

Quand le Soleil est bas, la portion supérieure de l'arc-en-ciel, au contraire, est très-élevée. C'est vers cette région culminante que les arcs supplémentaires se montrent dans tout leur éclat. A partir de là, leurs couleurs s'affaiblissent rapidement. Dans les régions inférieures, près de l'horizon et même assez haut au-dessus de ce plan, on n'en aperçoit jamais de traces, du moins en Europe.

Il faut donc que pendant leur descente verticale, les gouttes d'eau aient perdu les propriétés dont elles jouissaient d'abord ; il faut qu'elles soient sorties des conditions d'interférences efficaces ; il faut qu'elles aient beaucoup grossi.

N'est-il pas curieux, pour le dire en passant, de trouver dans un phénomène d'optique, dans une particularité de l'arc-en-ciel, la preuve qu'en Europe la quantité de pluie doit être d'autant moindre, qu'on la reçoit dans un récipient plus élevé[1] !

L'augmentation de dimension des gouttes, on ne peut guère en douter, tient à la précipitation d'humidité qui s'opère à leur surface à mesure qu'en descendant de la région froide où elles ont pris naissance, elles traversent les couches atmosphériques de plus en plus chaudes qui avoisinent la terre. Il est donc à peu près certain que, s'il se forme dans les régions équinoxiales des arcs-en-ciel supplémentaires, comme en Europe, ils n'atteindront jamais l'horizon ; mais la comparaison de l'angle de hauteur sous lequel ils cesseront d'y être aperçus, avec l'angle de disparition observé dans nos climats, semble devoir conduire à des résultats météorologiques qu'aucune autre méthode aujourd'hui connue ne pourrait donner.

1. Il existe à l'Observatoire de Paris deux récipients dans lesquels on recueille l'eau de la pluie. L'un est sur la terrasse, l'autre dans la cour, 28 mètres (86 pieds) plus bas que le premier. Eh bien, dans l'année, terme moyen, le récipient de la cour reçoit 8 centièmes d'eau de plus que le récipient de la terrasse.

§ 6. — Halos.

Dans les latitudes élevées, dans les parages du cap Horn, par exemple, le Soleil et la Lune paraissent souvent entourés d'un ou de deux cercles lumineux, que les météorologistes appellent *halos*. Le rayon du plus petit de ces cercles est d'environ 22° ; le rayon du plus grand diffère à peine de 46°. La première de ces dimensions angulaires est à peu de chose près la déviation minimum que la lumière éprouve en traversant un prisme de glace de 60°; l'autre serait donnée par deux prismes de 60°, ou par un seul prisme de 90°.

Il semblait donc naturel de chercher, avec Mariotte, la cause des halos, dans des rayons réfractés par des cristaux flottants de neige, lesquels présentent ordinairement, comme tout le monde le sait, des angles de 60 et de 90°.

Cette théorie, au surplus, a reçu une nouvelle vraisemblance, depuis qu'à l'aide de la polarisation chromatique on est parvenu à distinguer la lumière réfractée de la lumière réfléchie. Ce sont, en effet, les couleurs de la première de ces lumières (de la lumière réfractée) que donnent les rayons polarisés des halos. Que peut-il donc rester à éclaircir dans ce phénomène? Le voici :

D'après la théorie, le diamètre horizontal d'un halo et le diamètre vertical devraient avoir les mêmes dimensions angulaires; or on assure que ces diamètres sont quelquefois notablement inégaux!

Des mesures peuvent seules constater un pareil fait; car si, par hasard, on n'avait jugé de l'inégalité en question qu'à l'œil nu, les causes d'illusion ne manqueraient pas pour expliquer comment le physicien le plus exercé aurait pu se tromper. Les cercles à réflexion de Borda se prêtent à merveille à la mesure des distances angulaires en mer. Nous pouvons donc, sans scrupule, recommander à MM. les officiers de *la Bonite*, d'appliquer les excellents instruments dont ils seront tous pourvus, à la détermination des dimensions de tous les halos qui leur paraîtraient elliptiques. Ils verront bien eux-mêmes que le bord intérieur du halo, le seul qui soit nettement terminé, se prête beaucoup mieux à l'observation que le bord extérieur; mais il faudra, quant au Soleil, qu'ils ne négligent pas de noter s'ils ont pris le centre ou le bord pour terme de comparaison. Nous regarderions aussi comme indispensable que, dans chaque direction, on mesurât les deux rayons diamétralement opposés, car certains observateurs ont cité des halos circulaires, dans lesquels, à les en croire, le Soleil n'occupait pas le centre de la courbe.

## CHAPITRE V

### DES VENTS ET PARTICULIÈREMENT DES VENTS ALIZÉS

Peut-être s'étonnera-t-on de nous entendre annoncer que les vents alizés peuvent être encore l'objet d'importantes recherches; mais il faut remarquer que la pratique de la navigation se borne souvent à de simples

aperçus dont la science ne saurait se contenter. Ainsi il n'est point vrai, quoi qu'on en ait dit, qu'au nord de l'équateur ces vents soufflent constamment du nord-est; qu'au sud ils soufflent constamment du sud-est. Les phénomènes ne sont pas les mêmes dans les deux hémisphères. En chaque lieu ils changent d'ailleurs avec les saisons. Des observations journalières de la direction réelle, et, autant que possible, de la force des vents orientaux qui règnent dans les régions équatoriales, seraient donc pour la météorologie une utile acquisition.

Le voisinage des continents, celui des côtes occidentales surtout, modifie les vents alizés dans leur force et dans leur direction. Il arrive même quelquefois qu'un vent d'ouest les remplace. Partout où ce renversement du vent se manifeste, il est convenable de noter l'époque du phénomène, le gisement de la contrée voisine, sa distance, et, quand on le peut, son aspect général. Pour faire sentir l'utilité de cette dernière recommandation, il suffira de dire qu'une région sablonneuse, par exemple, agirait plus tôt et plus activement qu'un pays couvert de forêts ou de toute autre nature de végétaux.

La mer qui baigne la côte occidentale du Mexique, de Panama à la péninsule de Californie, entre 8° et 22° de latitude nord, donnera aux officiers de *la Bonite* l'occasion de remarquer une inversion complète de l'alizé; ils trouveront, comme nous l'apprend M. le capitaine Basil Hall, un vent d'ouest à peu près permanent, là où l'on pouvait s'attendre à voir régner le vent d'est des régions équinoxiales. Dans ces parages, il sera curieux de noter jusqu'à quelle distance des côtes l'ano-

malie subsiste; par quelle longitude le vent alizé reprend pour ainsi dire ses droits.

D'après l'explication des vents alizés le plus généralement adoptée, il doit y avoir constamment, entre les tropiques, un vent supérieur dirigé en sens contraire de celui qui souffle à la suface du globe. On a déjà recueilli diverses preuves de l'existence de ce contre-courant. L'observation assidue des nuages élevés, de ceux particulièrement qu'on appelle pommelés, doit fournir des indications précieuses dont la météorologie tirerait parti.

L'époque, la force et l'étendue des moussons, forment, enfin, un sujet d'étude dans lequel, malgré une foule d'importants travaux, il y a encore à glaner.

## CHAPITRE VI

### PHÉNOMÈNES DE LA MER

**§ 1. — Sur un moyen de puiser l'eau de mer à de grandes profondeurs, et de découvrir en quelle proportion les deux principes constituants de l'air atmosphérique y sont contenus [1].**

Les chimistes ont prouvé depuis longtemps que l'eau s'imprègne des gaz qui reposent sur sa surface. Cette absorption s'opère par une véritable affinité chimique qui s'exerce sur les différents gaz; et lorsqu'on étudie particulièrement ses effets sur l'oxygène et sur l'azote, ces

1. Ce paragraphe sur les moyens de puiser de l'eau de mer à de grandes profondeurs, faisait partie des Instructions remises par l'Académie des Sciences au commandant de *la Bonite*. Mon confrère, M. Biot, à qui il est dû, a bien voulu m'autoriser à le joindre à ces Instructions.

deux principes constituants de l'air atmosphérique, on la trouve plus forte pour le premier que pour le second. De là il résulte que les eaux des fleuves et des mers, toujours en contact avec l'atmosphère, s'imprègnent à la longue d'un mélange gazeux où l'oxygène domine. En effet, des expériences très-exactes, faites par MM. de Humboldt et Gay-Lussac, ont prouvé que l'eau de pluie, l'eau de Seine, et l'eau de neige, renferment un mélange d'oxygène et d'azote qui, sur 100 parties de son volume, contient depuis 29 jusqu'à 32 parties d'oxygène, tandis que, dans l'air atmosphérique, en tous temps et en tous climats, la proportion d'oxygène est constamment égale à 21 parties. MM. de Humboldt et Provençal ont, en outre, déterminé le volume absolu du mélange gazeux contenu ainsi dans l'eau, près de la surface; et ils ont trouvé qu'il était 1/36e du volume de l'eau.

Par une conséquence nécessaire de ces propriétés, la vaste étendue des mers qui recouvrent une grande partie du globe, est imprégnée d'un mélange gazeux dont les proportions, près de la surface, doivent être à peu près les mêmes que celles que nous venons d'indiquer. Je me suis assuré qu'il en est ainsi encore à la profondeur de mille mètres; car l'eau de mer, retirée d'une couche aussi profonde, m'a donné un mélange qui contenait, en volume, 28 parties d'oxygène sur 100. J'ai fait autrefois cette expérience dans la Méditerranée.

Mais ici se présentent plusieurs grandes questions de physique terrestre que l'appareil dont je me servais alors ne pouvait résoudre. A mesure que l'on s'enfonce dans

les profondeurs de la mer, la masse d'eau supérieure presse l'inférieure de son poids; et, comme une colonne d'eau de mer de dix mètres de hauteur pèse à peu près autant qu'une colonne d'air de même base prise depuis la surface terrestre jusqu'à la limite de l'atmosphère, il s'ensuit qu'à la profondeur de mille mètres l'eau supporte déjà cent atmosphères de pression. Que l'on conçoive l'énormité de cet effort sur les couches les plus basses, si la profondeur moyenne de la mer, loin des côtes, doit être supposée de plusieurs lieues, comme les lois de la gravitation semblent l'indiquer[1] ! Or, des expériences directes nous apprennent aussi que l'eau, mise en contact par sa surface avec des gaz comprimés, et pressée elle-même par eux, en absorbe le même volume que s'ils étaient soumis à la simple pression d'une seule atmosphère; de sorte que le poids absorbé en devient proportionnellement plus fort. Si donc le seul fait d'une absorption uniforme, propagée de proche en proche dans toute la masse des mers, doit déjà y fixer un volume d'air considérable, combien la quantité absorbée, ou absorbable, ne s'accroîtra-t-elle pas si elle doit être ainsi proportionnelle à la pression, pour chaque profondeur ! Alors cette saturation ayant dû s'opérer graduellement depuis que les mers se sont formées, aura modifié graduellement aussi l'atmosphère préexistante, et peut-être continue de la modifier encore aujourd'hui, si l'affinité qui en est la cause n'est pas satisfaite. L'influence de ces phénomènes sur l'état de l'atmosphère

1. *Mécanique céleste*, tome II, page 200.

extérieure, conséquemment sur les conditions d'existence des êtres vivants à la surface du globe, mérite bien qu'on essaie de les étudier et d'en mesurer l'étendue.

Pour cela il faut puiser de l'eau de la mer à de grandes profondeurs, loin des côtes, la ramener à la surface avec tout l'air qu'elle peut contenir; puis dégager cet air par l'ébullition; mesurer son volume sous la pression atmosphérique ordinaire, et enfin l'analyser chimiquement. De ces opérations, la seule difficile est d'extraire l'eau de la profondeur où l'on veut la prendre, et de la ramener à la surface avec tout ce qu'elle peut renfermer. D'abord, il ne faut pas songer à y employer des capacités vides, ou pleines d'air, qui s'ouvriraient aux profondeurs assignées, pour s'y remplir d'eau; car la pression qu'elles auraient à supporter avant d'y parvenir, ferait filtrer l'eau à travers les joints les plus parfaits des obturateurs, ou écraserait les vases si les obturateurs résistaient; et, enfin, si le mélange gazeux contenu dans les couches profondes, partage la pression qu'elles éprouvent, il se dilaterait dans le rapport inverse quand on ramènerait l'appareil vers la surface, et s'échapperait par les obturateurs, ou briserait les parois de l'appareil par explosion. Afin d'éluder ces efforts contraires, prenons pour vase un cylindre de verre creux, fermé à l'un des bouts par une plaque solide de métal, formant ainsi un véritable seau muni d'une anse, où l'on attache une corde pour le descendre au fond de la mer. Ce seau étant vide, et ouvert à l'eau environnante, descend dans les diverses couches sans être endommagé par la pression. Quand il est à la profon-

deur requise, on tire une autre corde attachée à sa partie inférieure par une anse inverse, et on le fait chavirer en le renversant. Cette seconde corde sert ensuite pour remonter l'appareil; et afin qu'elle ne se mêle pas à l'autre, on la tient de l'autre bout du navire. Or, le cylindre de verre est à double fond, l'un fixe, l'autre mobile. Celui-ci est un véritable piston de machine pneumatique, qui descend tout seul, par son propre poids, quand le seau est retourné; et en même temps le fond fixe a un petit trou muni d'une soupape, qui s'ouvre de dehors en dedans sous l'effort de l'eau environnante, et la laisse s'introduire dans la capacité vide que lui ouvre le piston descendant. Celui-ci descendu, et la capacité remplie, la soupape du fond fixe se ferme par son propre ressort, et l'eau introduite se trouve isolée de toute autre quand on la ramène. Mais, si cette eau contient un air comprimé, rien ne balancera son effort d'expansion et celui de cet air quand on la ramènera vers la surface où la pression de l'eau extérieure est nulle : elle pourra donc s'échapper ou briser l'appareil. Pour se garantir contre cette violence, on prépare une libre issue à toute expansion possible de l'air et de l'eau. A cet effet, le fond fixe est muni d'un canal latéral qui conduit à une vessie à gaz; laquelle a été primitivement remplie d'eau, puis vidée et affaissée sur elle-même avant de descendre l'appareil. Cette vessie recevra tout l'air que l'eau puisée dans les couches profondes pourra dégager en revenant vers la surface; et, s'il s'en dégage, elle remontera plus ou moins gonflée. Alors, en fermant les robinets dont le canal qui la porte est muni, on pourra la séparer du vase

plein d'eau, mesurer le volume de l'air qu'elle renferme et l'analyser; après quoi on pourra étudier de même celui qui a dû rester dans l'eau du vase, et aussi toutes les matières que cette eau pourra tenir en dissolution. Tel est l'appareil qui a été remis au commandant de *la Bonite*; et le zèle comme les lumières de cet officier, nous donnent l'assurance qu'il sera employé utilement, sous ses ordres, pour résoudre les diverses questions de physique terrestre indiquées plus haut; lesquelles, outre leur intérêt purement scientifique, ont encore de l'importance par les connaissances que leur solution doit nous fournir sur la permanence ou la variabilité de notre atmosphère, et sur les conditions d'existence des êtres animés qui vivent dans la profondeur des mers.

§ 2. — Courants de la mer.

L'océan Atlantique, la mer du Sud, la Méditerranée, sont sillonnés par des courants nombreux d'autant plus redoutables, qu'ils entraînent les navires sans que le pilote le soupçonne, et qu'en tout cas, par un temps couvert, il n'a aucun moyen d'apprécier leur influence. Parmi les phénomènes de la mer, considérés sous le double rapport de la théorie et des applications, il n'en est certainement pas qui méritent à un plus haut degré l'attention des navigateurs de tous pays. De nombreux mémoires, des ouvrages spéciaux tels que ceux de Ducoudray, de Romme, et même le traité posthume et si savant qui vient de paraître du major Rennel, sont loin,

à mon avis, d'avoir épuisé la matière. Le lecteur, au reste, va en juger.

Les courants les plus remarquables étudiés par les navigateurs sont, dans l'Atlantique :

Le courant qui, après avoir contourné le banc des Agullas et le cap de Bonne-Espérance, s'avance du midi au nord le long de la côte occidentale de l'Afrique jusqu'au golfe de Guinée ;

Le courant dit équinoxial, qui coule invariablement de l'est à l'ouest, des deux côtés de l'équateur, entre l'Afrique et l'Amérique ;

Le courant qui, après avoir débouché du golfe du Mexique par le détroit de Bahama, coule à une certaine distance de la côte des États-Unis, dans la direction du nord-est, jusqu'au banc de Nantucket, où il s'infléchit ;

Enfin, le courant par l'action duquel les eaux de l'Océan qui baignent les côtes de l'Espagne, du Portugal et de l'Afrique, depuis le cap Finistère jusqu'au parallèle des Canaries, se dirigent toutes vers le détroit de Gibraltar.

Ces courants, quelle en est la cause?

Les alizés, nous dit-on, en soufflant constamment dans l'océan Indien, de l'est à l'ouest, doivent produire près de l'équateur, une intumescence liquide sur la côte orientale d'Afrique. Cette eau accumulée se déverse sans cesse du nord au sud par le détroit de Mozambique. Dès que parvenue au parallèle du cap, la digue orientale qui l'avait maintenue jusque-là disparaît, cette eau doit se précipiter vers l'ouest. C'est ainsi qu'elle forme le courant des Agullas.

Le courant équinoxial de l'Atlantique est attribué à l'impulsion constante du vent alizé sur les eaux qui avoisinent l'équateur, au nord et au midi.

Le courant atlantique équinoxial, semblable en cela au courant équatorial de la mer des Indes, doit produire une grande accumulation de liquide le long de la première côte qui se présente à lui comme une barrière; cette côte est celle d'Amérique. De là un mouvement général de la mer des Caraïbes vers le détroit qui sépare la pointe orientale du Yucatan de la pointe occidentale de Cuba; de là une élévation du niveau de la mer dans le golfe du Mexique; de là enfin cette sorte de cascade que forme le liquide accumulé dans le golfe, lorsqu'il s'échappe par le détroit de Bahama, et dont le prolongement est le Gulf-Stream.

Quant au courant du détroit de Gibraltar, un abaissement du niveau de la Méditerranée en serait la cause, et cet abaissement résulterait lui-même d'une évaporation abondante que le tribut des divers fleuves qui se jettent dans cette mer serait loin de compenser.

Ces explications sont simples; elles paraissent reposer sur des causes physiques dont l'action doit s'exercer dans le sens où on le suppose; les meilleurs esprits, les Franklin, les Rennel, etc., les ont adoptées, et cependant je vais entreprendre de prouver qu'aucune observation, qu'aucune mesure, qu'aucune expérience ne les justifie assez complétement pour que des doutes ne soient pas légitimes.

Un vent continu et fort élève le niveau de la mer, le long des rivages vers lesquels il tend à refouler les eaux;

ainsi, à Brest, à Lorient, à Rochefort, etc., la marée, toutes circonstances d'ailleurs égales, ne monte jamais plus haut que par les vents d'ouest; ainsi, de l'autre côté de l'Atlantique, le long des côtes des États-Unis, ce sont les vents d'est, au contraire, qui produisent le même effet; ainsi, c'est par les vents de sud que le niveau de la Méditerranée s'exhausse dans les ports de Gênes, de Toulon, de Marseille, etc., et par les vents du nord dans les ports d'Alger, de Bougie, de Tunis. Ces faits sont incontestés et incontestables. Reste à déterminer la valeur des changements de niveau accidentels que le vent peut produire.

Franklin rapporte que sur une vaste pièce d'eau de 3 lieues de large, et d'environ $0^m.90$ de profondeur, un vent fort mit à sec tout un côté de cette sorte d'étang; qu'en même temps il éleva de $0^m.90$ le niveau primitif sur la rive opposée, en sorte que la profondeur de l'eau y était devenue $1^m.80$ au lieu de $0^m.90$. Je ne pense pas que dans nos mers il faille porter, en général, au delà de 2 mètres, l'effet maximum résultant de l'action des plus fortes tempêtes[1].

Les alizés sont des vents constants, mais leur force est très-médiocre. Ainsi les dénivellations qu'ils peuvent occasionner doivent être faibles. Or, il semble difficile de croire qu'une chute verticale d'un mètre, par exemple, et même de deux mètres, puisse produire des courants

1. On cite dans la Méditerranée des points où des coups de vent du sud-ouest (des Labeschades) ont élevé les eaux de 7 mètres au-dessus de leur niveau ordinaire; mais cet effet était purement local.

qui ne seraient pas entièrement amortis après un trajet de plusieurs centaines de lieues.

Je viens de dire que les alizés, à cause de leur faible intensité, ne paraissent guère pouvoir engendrer des intumescences liquides un peu considérables. J'irai plus loin maintenant : je prouverai, en point de fait, que les mers d'où les courants paraissent émaner, sont exactement, ou à peu près, au niveau de celles que ces courants vont sillonner.

Il résulte incontestablement des opérations faites par M. Lepère, pendant l'expédition d'Égypte, que le niveau de la Méditerranée, près d'Alexandrie, est inférieur de $8^m.1$ aux basses mers de la mer Rouge près de Suez, et de $9^m.9$ aux hautes mers.

Voilà assurément une grande différence de niveau entre deux mers qui peuvent être considérées comme communiquant entre elles ; car, d'une part, la Méditerranée débouche dans l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar ; d'une autre, la mer Rouge aboutit à l'océan Indien au détroit de Bab-el-Mandeb ; et en troisième lieu l'Atlantique et la mer des Indes se confondent au cap de Bonne-Espérance. Il est bien loin de ma pensée d'atténuer ce qu'un pareil résultat offre de curieux, d'intéressant ; mais il me sera permis de dire qu'il n'éclaircit en aucune manière la question litigieuse des courants, car ce qu'il faudrait ici pour justifier l'explication, ce serait une différence sensible du niveau entre deux mers contiguës, entre la mer d'où le courant sort et la mer où il entre.

Eh bien, y a-t-il une différence de niveau nettement

constatée entre la mer du Mexique où le Gulf-Stream prend naissance, et la partie de l'océan Atlantique qui baigne la côte orientale des Florides et celle de la Géorgie ?

Les habitants de l'isthme de Panama croyaient, mais sans preuves, que la mer du Sud est plus haute que l'océan Atlantique. Franklin, Rennel, etc., admettaient aussi une différence d'élévation, mais en sens contraire. M. de Humboldt confirma cette dernière opinion par des observations barométriques faites à Cumana, à Carthagène, à la Vera-Cruz, comparées à des observations d'Acapulco et du Callao. Dans les trois premiers points, les eaux lui parurent de 3 mètres au-dessus du niveau de la mer du Sud pris sur les rives occidentales du Mexique et du Pérou ; or, comme personne ne doute que la mer du Sud et l'océan Atlantique considérés en masse, ne soient de niveau, la partie de l'Atlantique voisine des Antilles, et celle qui est enfermée dans le golfe du Mexique, formeraient ainsi une intumescence locale de 3 mètres.

Avant de citer un travail qui ne confirme pas ce résultat, je dois dire que mon illustre ami avait lui-même remarqué, avec sa réserve habituelle, que ses observations n'étaient pas assez nombreuses pour mettre hors de doute une aussi petite différence de niveau.

Deux ingénieurs ont naguère traversé l'Amérique dans sa moindre largeur, afin de savoir définitivement ce qu'il fallait croire de la position relative des deux océans. Ajoutons que la question n'était pas seulement scientifique ; qu'elle se liait intimement à l'un des plus grands

problèmes que le commerce se soit jamais proposés : à la possibilité d'une communication entre l'Atlantique et la mer du Sud, à travers l'isthme de Panama. Tel était, en effet, le but de l'opération dont je vais donner les résultats, et que le général Bolivar avait confiée à M. Lloyd, ingénieur anglais, et au capitaine suédois Falmarc.

L'opération de MM. Lloyd et Falmarc date de 1828 et 1829. Elle a été faite avec un niveau à lunette de Carey. Le point de départ est, à Panama sur l'océan Pacifique, le niveau des plus hautes mers de l'équinoxe, correspondantes au surlendemain de la pleine ou de la nouvelle lune. Son autre extrémité est un endroit nommé la Bruja, où la marée se fait sentir. La Bruja est sur le Chagres, à environ 12 milles (5 lieues) de l'embouchure de cette rivière dans la mer des Antilles.

A Panama, la différence moyenne de niveau entre la haute et la basse mer pendant les fortes marées, est de 6$^{m}$.46. A Chagres, sur l'Atlantique, cette différence ne s'élève qu'à 0$^{m}$.34.

En prenant, dans chaque lieu, ainsi qu'il convient de le faire, pour le niveau moyen de l'Océan, une surface également éloignée des niveaux successifs de haute et de basse mer, il résulte de l'opération de MM. Lloyd et Falmarc :

1° Que le niveau moyen de l'océan Pacifique à Panama est de 1$^{m}$.07 plus haut que le niveau moyen de l'océan Atlantique à Chagres ;

2° Qu'au moment de la haute mer, l'Océan, sur la côte occidentale de l'isthme, est de 4$^{m}$.13 plus haut que sur la côte orientale ;

3° Enfin, qu'au moment de la basse mer, sur les mêmes côtes, l'océan Pacifique, au contraire, est plus bas que l'océan Atlantique, de 1m.98.

Ces observations semblent donc confirmer l'opinion très-anciennement adoptée, que le niveau moyen de la mer du Sud est plus élevé que le niveau moyen de l'océan Atlantique; mais la différence, au lieu d'être énorme, comme on le supposait, ne serait que de 11 décimètres. Ne pourrait-on pas même supposer, sans faire injure au mérite de MM. Lloyd et Falmarc, qu'en opérant dans un pays sauvage et hérissé de difficultés; qu'en parcourant une ligne dont l'étendue totale, en ayant égard aux sinuosités, est de 82 milles (33 lieues); qu'en donnant des coups de niveau dans 935 stations, ils ont pu se tromper, en somme, de la petite quantité d'un mètre. En résultat, rien ne prouve qu'il existe une différence sensible entre les niveaux moyens des deux grandes mers qui communiquent entre elles par le détroit de Magellan et par le cap Horn[1].

Le travail de MM. Lloyd et Falmarc, en tant du moins qu'on voudra le rattacher à l'explication du courant impétueux qui du golfe du Mexique se précipite dans l'Océan par le détroit de Bahama, renferme, comme partie hypothétique, la supposition que la mer

1. Si, après les savants Mémoires de M. de Humboldt, il était encore nécessaire de revenir sur la dépression vraiment étonnante que la Cordillère de l'Amérique méridionale éprouve dans l'isthme de Panama pour reprendre ensuite toute sa majesté au Mexique, je dirais que le point le plus élevé de la ligne transversale nivelée par MM. Lloyd et Falmarc, n'est qu'à 193 mètres au-dessus du niveau de la mer.

du Sud et la mer Atlantique, considérées dans leur ensemble, forment une même surface de niveau. Nous échapperons à cette difficulté, en rapportant les résultats des opérations exécutées, il y a peu d'années, à travers la Floride par les officiers français que le Congrès américain avait chargés d'étudier un projet de canal destiné à lier la rivière de Sainte-Marie (sur l'Atlantique) à la baie d'Appalachicola (sur le golfe du Mexique).

D'après une première combinaison de mesures, la basse mer, dans le golfe du Mexique, serait plus élevée que la basse mer de l'Atlantique, de $1^{m}.14$. Une seconde combinaison donne entre les deux basses mers une différence, dans le même sens, de $0^{m}.85$. La moyenne est $1^{m}.00$.

Mais cette inégalité de niveau, quelque faible qu'elle soit, est encore supérieure à l'inégalité réelle. Quand on compare, en effet, deux mers sujettes aux marées, ce sont évidemment les niveaux moyens, ce sont des points également éloignés des hautes et des basses mers qui doivent servir de repères; ici, sans que j'en puisse trouver la cause, la comparaison a été établie entre deux basses mers. Pour tout remettre en règle, il faudra donc élever le point de comparaison pris dans le golfe du Mexique, de la demi-hauteur de la marée qu'on observe dans ce golfe. Il faudra de même élever le repère placé sur la côte orientale ou atlantique des Florides, de la demi-hauteur de la marée de cette côte. Dans le golfe, vers le point où le nivellement s'est terminé, la marée ne monte guère que de $0^{m}.3$. De l'autre côté des Florides, vers l'embouchure de la rivière Sainte-

Marie, la marée est d'environ $2^m.0$. La basse mer est donc plus éloignée de la mer moyenne à Sainte-Marie que dans le golfe, de $0^m.8$; donc, si, comme il le fallait véritablement, on avait rapporté le nivellement aux mers moyennes, au lieu de $1^m.0$ on aurait trouvé pour la différence du niveau des deux mers, $1^m.0$ moins $0^m.8$ c'est-à-dire $0^m.2$.

Cette quantité est évidemment dans les limites des erreurs dont étaient susceptibles des opérations embrassant toute la largeur des Florides. Au surplus, la différence trouvée fût-elle réelle, je doute que personne voulût maintenant faire dépendre d'une inégalité de niveau aussi insignifiante, un courant qui, en débouchant du détroit de Bahama, ne fait pas moins de 5 milles (2 lieues) à l'heure; qui continue sa marche au sein de l'Atlantique, à peu près en ligne droite, dans une étendue d'environ 500 lieues, et dont la vitesse n'est pas détruite après un si long trajet.

Passons à la Méditerranée. Ici l'abaissement prétendu du niveau de cette mer, cause présumée du courant qui de l'Océan se dirige vers le détroit de Gibraltar, est, dit-on, le résultat d'une énorme évaporation annuelle que ne compensent pas les masses d'eau apportées par le Nil, par le Rhône, par le Pô, etc., etc. Des preuves directes et démonstratives de cette absence de compensation, manquent, il est vrai, complétement; faites-en la remarque, et l'on donnera aussitôt à l'argument une autre forme; on dira (et cela est vrai), qu'en été, à parité de latitudes, les eaux de la Méditerranée sont de $3^\circ$ à $3^\circ.5$ centigrades plus chaudes que celles de l'Océan:

que dès lors il est inévitable que les premières subissent plus d'évaporation que les autres, et qu'il n'en faut pas davantage pour l'explication du courant du détroit.

Cela doit suffire, en effet, si la cause indiquée engendre entre les niveaux des deux mers une différence très-sensible. Ainsi, quoi qu'on en ait dit, le problème se trouve ramené à un chiffre, à une question de fait. Il faut, par un calcul ou par l'expérience, chercher de combien l'océan Atlantique est plus haut que la Méditerranée. Je l'ai déjà dit, il serait difficile, faute de bases suffisantes, de donner au calcul quelque précision. Quant à l'expérience, celle dont je vais présenter les résultats me semble propre à satisfaire les esprits les plus exigeants.

Delambre trouva déjà dans la grande chaîne de triangles de la méridienne de France qui s'étend depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone, le moyen de rattacher directement les niveaux des deux mers. Les triangles compris entre Rodez et la Méditerranée lui donnèrent pour la hauteur verticale de cette ville un résultat qui s'accordait à une fraction de mètre avec la hauteur, rapportée à l'Océan, qu'on déduisait de la portion de chaîne interposée entre Rodez et Dunkerque.

On a dit contre ce résultat, que les opérations dont il se déduit, n'avaient pas toujours été faites dans des circonstances favorables; qu'il aurait fallu les répéter plus souvent, dès qu'on voulait les faire concourir à la détermination d'une différence de niveau; qu'au surplus on ne les avait calculées ni avec assez de soin, ni par des méthodes suffisamment exactes. Ces objections n'étaient pas dénuées de force. Aussi les officiers du corps des

ingénieurs-géographes ont-ils cherché à profiter des chaînes, diversement orientées, des triangles du premier ordre, qui couvrent toute la surface de la France, pour soumettre la question du niveau des deux mers à un nouvel examen. M. Delcros, entre autres, s'est livré à ce sujet, à des recherches étendues, qui sont encore manuscrites, et dont je regrette de ne pouvoir consigner ici les résultats. Au surplus, l'opération que M. Coraboeuf a présentée à l'Académie des Sciences, est aussi directe qu'on puisse le désirer, et elle a été conduite avec une précision à laquelle il semblerait difficile de rien ajouter.

Cette opération exécutée, en suivant la frontière méridionale de la France pendant les années 1825, 1826 et 1827, embrasse, dans la direction de la plus courte distance, tout l'intervalle compris entre l'Océan et la Méditerranée. Quarante-cinq triangles du premier ordre, parmi lesquels plusieurs ont leurs sommets sur quelques-uns des plus hauts pics des Pyrénées, joignent le fort de Socoa, près de Saint-Jean de Luz, à divers points de la plaine de Perpignan, dont la petite élévation au-dessus de la mer se déduit de deux triangles secondaires. Tous les angles ont été mesurés avec des cercles répétiteurs de M. Gambey, et par trois séries de répétitions au moins. Il en est de même des distances zénithales. On a eu, de plus, l'attention de ne faire ces observations qu'entre 10 heures du matin et 3 ou 4 heures de l'après-midi, afin d'éviter les effets des réfractions irrégulières qui se manifestent près de l'horizon quelques heures après le lever du soleil et quelques heures avant son coucher. La valeur de la réfraction atmosphérique, entre

chaque couple de stations, a été déduite de la comparaison des distances au zénith réciproques. M. Corabœuf avait pour collaborateurs dans ces importantes opérations, M. le capitaine Peytier et MM. les lieutenants Hossard et Testu.

La station du Crabère occupe à peu près le milieu de l'intervalle qui sépare l'Océan de la Méditerranée. La partie orientale de la chaîne de triangles a servi à calculer sa hauteur au-dessus de la Méditerranée ; l'autre moitié a donné cette même hauteur au-dessus de l'Océan. Il faut remarquer que ces calculs pouvaient se faire par une foule de combinaisons distinctes, dans le nombre desquelles M. Corabœuf en a choisi trois. Il s'est élevé d'abord de l'Océan et de la Méditerranée jusqu'au Crabère, en passant par la seule série des sommets de triangles qui limitent la chaîne vers le midi ; ensuite, en choisissant exclusivement les sommets septentrionaux ; enfin, une troisième et dernière fois, par des directions diagonales, c'est-à-dire en allant alternativement d'un sommet nord à un sommet sud. Voici les résultats de ces diverses combinaisons.

| | HAUTEUR DU CRABÈRE | | |
|---|---|---|---|
| | Sur la Méditerranée. | Sur l'Océan. | Différence. |
| Direction des sommets méridionaux....... | 2,633m.37 | 2,632m.95 | 0m.42 |
| Direction des sommets septentrionaux..... | 2,633 .99 | 2,632 .07 | 1 .92 |
| Première direction par diagonales......... | 2,633 .87 | 2,633 .61 | 0 .26 |
| Seconde direction par diagonales......... | 2,632 .79 | 2,632 .49 | 0 .30 |
| Moyennes.... | 2,633m.50 | 2,632m.77 | 0m.73 |

La différence moyenne, $0^{m}.73$, est trop petite, surtout quand on se rappelle l'étendue de la ligne nivelée, pour qu'il ne soit pas naturel d'en conclure que, dans l'état de repos, les eaux de l'Océan et celles de la Méditerranée font partie d'une même surface de niveau. En tout cas, on ne saurait douter que s'il existe à cet égard quelque différence, elle ne soit insensible.

Je voulais prouver seulement, dans ce paragraphe, que la question des courants est loin d'être épuisée ; que les différences de niveau, sur lesquelles les hydrographes se fondent pour les expliquer, sont ou complétement nulles, ou insignifiantes ; qu'il y a là matière à de plus amples recherches : j'imagine avoir atteint ce but. J'ajouterai cependant encore quelques courtes réflexions.

La théorie des courants a fait peu de progrès jusqu'ici, parce qu'on s'est exclusivement attaché à ceux de ces phénomènes qui sillonnent la surface des mers. Des courants, engendrés par des différences de salure et de température, existent à toutes les profondeurs. Ce sont, par exemple, des courants en contact avec le lit même de la mer, qui transportent jusque sous l'équateur les eaux froides des zones polaires. Près des pôles, ces eaux se meuvent comme la partie solide de la terre qui les soutient, de l'occident à l'orient, avec une très-faible vitesse. Au fur et à mesure de leur trajet vers les régions tempérées et chaudes, elles rencontrent des parallèles terrestres de plus en plus grands, qui, dès lors, marchent plus vite qu'elles ; de là des courants relatifs dirigés de l'orient à l'occident, et dont le volume est égal à celui des courants polaires.

Si je ne me trompe, c'est en se plaçant à ce point de vue; c'est en descendant, par la pensée, aux plus grandes profondeurs de l'Océan; c'est en appliquant à la mer la théorie qui a déjà rendu un compte satisfaisant des vents alizés, qu'on parviendra à débrouiller la question dont nous venons de nous occuper. C'est ainsi, suivant moi, qu'il sera également possible de concevoir comment des courants, animés de vitesses peu considérables, traversent d'immenses étendues de mer; comment ils sont infléchis ou réfléchis à distance par les côtes des continents et des îles; comment ils se détournent à l'approche de bancs tels que celui des Agullas ou de Terre-Neuve, au-dessus desquels il n'y a pas moins de 60 brasses d'eau (97 mètres)!

§ 3. — Mer de Varec.

Parmi les phénomènes de l'Océan qui, malgré leur ancienneté, peuvent devenir encore l'objet de curieuses recherches, je placerai celui de la mer Herbeuse ou mer de Varec.

On désigne aujourd'hui sous ces noms une zone de l'océan Atlantique située à l'ouest des Açores. Cette zone, terme moyen, a 40 à 50 lieues de large; son étendue en latitude est de 25°, l'espace qu'elle occupe est à peu près équivalent à la surface de la France. Des herbes (*fucus natans*) la couvrent entièrement. Les Portugais l'appellent *mar de Sargasso;* Oviedo, *praderias de Yerva* (des prairies). En 1492, les compagnons de Christophe Colomb s'en montrèrent très-effrayés; ils se croyaient

arrivés aux dernières limites de l'Océan navigable, et s'attendaient à être arrêtés par les varecs comme leur fabuleux saint Barandan l'avait été jadis par les glaces des régions polaires.

En cherchant, d'après une multitude d'observations déposées aux archives de l'amirauté anglaise, les limites de la mer de Sargasso, pour les années comprises entre 1776 et 1819, le major Rennel a trouvé que ce grand banc de fucus ne change de place, ni en longitude ni en latitude. M. de Humboldt a fait remonter cette remarquable constance de situation à la fin du XV^e^ siècle en discutant les observations de Colomb.

Trois explications différentes ont été données de l'existence des *fucus natans* dans la mer de Varec. Les uns veulent qu'il y ait au fond de l'Océan dans ces parages, de nombreux écueils, sur lesquels croissent les fucus et dont ils sont accidentellement arrachés; les autres, que ces plantes végètent, se développent à la surface même des eaux; suivant une opinion encore plus répandue, la mer Herbeuse ne serait que le récipient où le Gulf-Stream verserait sans cesse les plantes dont il était chargé à sa sortie du golfe du Mexique.

Cette dernière hypothèse a été adoptée par le major Rennel, quoiqu'elle soit loin d'expliquer comment une grande partie des varecs flottants de la mer de Sargasso, au lieu d'être fanés, sont, au contraire, d'une grande fraîcheur. Les navigateurs anglais ne manquent jamais, en effet, quand ils parlent de ces régions, de mentionner le *fresh weed* et le *weed much decayed*. Christophe Colomb lui-même, comme le remarque M. de Humboldt,

était déjà frappé du mélange de *yerba muy vieja y otra muy fresca.*

Les fucus flottants de la mer de Sargasso, sont toujours dépourvus de racines et de fruits. Si l'on veut qu'ils se développent dans la région même où on les trouve, il faudra donc, avec M. Meyen, les assimiler aux algues d'eau douce dont plusieurs ne se multiplient que par de nouvelles branches. On aura, de plus, à expliquer à l'aide de quel artifice, sur une aussi grande étendue de mer, les eaux échappent si complétement à l'action des vents et des courants, que plusieurs centaines d'années n'aient pas suffi à l'entière dispersion des plantes qui s'y trouvaient rassemblées à la fin du xv^e siècle, lorsque les caravelles de Colomb les sillonnèrent pour la première fois.

Il semble, sans aucun doute, plus naturel de supposer qu'à mesure que les vents et les courants entraînent les fucus flottants hors des limites ordinaires de la mer Herbeuse, des fucus détachés du fond vont les remplacer à la surface. Dans cette hypothèse, l'immobilité des fucus ne serait qu'apparente : la mer s'en montrerait toujours également couverte au-dessus de la région qui les nourrirait, mais les individus se renouvelleraient sans cesse.

Que faudrait-il aujourd'hui pour éclaircir ce point curieux de la physique du globe? Des expériences bien simples et qui, cependant, manquent à la science : des sondages faits sur les bords et vers le centre de la mer de Sargasso, avec toute la longueur de ligne nécessaire.

### § 4. — Température des courants.

Tout le monde connaît les travaux de Franklin, de Blagden, de Jonathan Williams, de M. de Humboldt, du capitaine Sabine, sur le Gulf-Stream. Personne ne doute aujourd'hui que ce Gulf-Stream ne soit le courant équinoxial, qui, après s'être réfléchi dans le golfe du Mexique, après avoir débouché par le détroit de Bahama, se meut du sud-ouest au nord-est à une certaine distance de la côte des États-Unis, en conservant, comme une rivière d'eau chaude, une portion plus ou moins considérable de la température qu'il avait entre les tropiques. Ce courant se bifurque. Une de ses branches va, dit-on, tempérer le climat de l'Irlande, des Orcades, des îles Shetland, de la Norwège; une autre s'infléchit graduellement, et finit, en revenant sur ses pas, par traverser l'Atlantique du nord au sud, ordinairement à l'ouest des Açores, et quelquefois à une distance assez peu considérable des côtes d'Espagne et de Portugal. Après un bien long circuit, ses eaux vont donc rejoindre le courant équinoxial d'où elles étaient sorties.

Le long de la côte d'Amérique, la position, la largeur et la température du Gulf-Stream, ont été assez bien déterminées sous chaque latitude pour qu'on ait pu, sans charlatanisme, publier un ouvrage avec le titre de Navigation thermométrique (*Thermometrical Navigation*), à l'usage des marins qui attérissent sur ces parages. Il s'en faut de beaucoup que la branche rétrograde soit connue avec la même certitude. Son excès de tempéra-

ture est presque effacé quand elle arrive par le parallèle de Gibraltar, et ce n'est même qu'à l'aide des moyennes d'un grand nombre d'observations qu'on peut espérer de le faire nettement ressortir. Les officiers de *la Bonite* faciliteront beaucoup cette recherche, si depuis le méridien de Cadix jusqu'à celui de la plus occidentale des Canaries, ils déterminent, de demi-heure en demi-heure, la température de l'Océan avec la précision des dixièmes de degré.

Il vient d'être question d'un courant d'eau chaude; nos navigateurs rencontreront, au contraire, un courant d'eau froide, le long des côtes du Chili et du Pérou. Ce courant, à partir du parallèle de Chiloé, se meut rapidement du sud au nord et porte jusque sous le parallèle du cap Blanc, les eaux refroidies des régions voisines du pôle austral. Signalé, pour la première fois, quant à sa température, par M. de Humboldt, le courant dont nous venons de parler a été étudié avec un soin tout particulier pendant le voyage de *la Coquille*. Les observations fréquentes de la température de l'Océan que les officiers de *la Bonite* ne manqueront certainement pas de faire entre le cap Horn et l'équateur, serviront à perfectionner, à étendre ou à compléter les importants résultats déjà obtenus par leurs devanciers, et en particulier par M. le capitaine Duperrey.

Le major Rennel a décrit avec une minutieuse attention le courant qui, venant de la côte sud-est de l'Afrique, longe le banc des Agullas. Ce courant, d'après les observations de M. John Davy, a une température de 4° à 5° centigrades supérieure à celle des mers voisines. Cet

excès de température mérite d'autant plus de fixer l'attention des navigateurs, qu'on a cru y trouver la cause immédiate de l'enveloppe de vapeurs appelée *la nappe*, et qui se montre toujours au sommet de la montagne de la Table quand le vent souffle du sud-est.

### § 5. — Température de la mer à de grandes profondeurs.

On ne peut pas espérer qu'un bâtiment tel que *la Bonite*, qui paraît avoir pour mission spéciale d'aller porter des agents consulaires sur les points les plus éloignés du globe, arrêtera jamais sa marche dans la vue de se livrer à une expérience de physique. Toutefois, comme des heures et même des journées entières d'un calme plat, doivent entrer dans les prévisions du navigateur, surtout lorsqu'il est destiné à traverser fréquemment la ligne, nous croyons que la nouvelle expédition agira sagement si elle se munit de thermométographes et d'appareils de sondage qui pourront lui permettre de faire descendre ces instruments en toute sûreté, jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'Océan. Il n'est guère douteux aujourd'hui que les eaux froides inférieures des régions équinoxiales n'y soient amenées par des courants sous-marins venant des zones polaires; mais la solution, même complète, de ce point de théorie, serait loin d'enlever tout intérêt aux observations que nous recommandons ici. Qui ne voit, par exemple, que la profondeur où l'on trouvera le maximum de froid, nous dirons plus, tel ou tel autre degré de température, doit dépendre, sous chaque parallèle, d'une manière assez directe, de la

profondeur totale de l'Océan, pour qu'il soit permis d'espérer que cette dernière quantité se déduira tôt ou tard de la valeur des sondes thermométriques!

§ 6. — Température des hauts-fonds.

Jonathan Williams reconnut que l'eau est plus froide sur les hauts-fonds qu'en pleine mer. MM. de Humboldt et John Davy confirmèrent la découverte de l'observateur américain. Sir Humphry Davy attribuait ce curieux phénomène, non à des courants sous-marins qui arrêtés dans leur marche remonteraient le long des accores du banc et glisseraient ensuite à sa surface, mais au rayonnement. Par voie de rayonnement, surtout quand le ciel est serein, les couches supérieures de l'Océan doivent certainement se refroidir beaucoup; mais tout refroidissement, si ce n'est dans les régions polaires où la mer est à près de zéro de température, amène une augmentation de densité et un mouvement descendant des couches refroidies. Supposez un océan sans fond; les couches en question tombent jusqu'à une grande distance de la surface et doivent en modifier très-peu la température; mais sur un haut-fond, lorsque les mêmes causes opèrent, les couches refroidies s'accumulent et leur influence peut devenir très-sensible.

Quoi qu'il en soit de cette explication, tout le monde sentira combien l'art nautique est intéressé à la vérification du fait annoncé par Jonathan Williams et que diverses observations récentes ont semblé contredire; combien aussi les météorologistes accueilleront avec empressement

des mesures comparatives de la température des eaux superficielles prises en pleine mer et au-dessus du haut-fond ; combien surtout ils doivent désirer de voir déterminer à l'aide du thermométographe, la température de la couche liquide qui repose immédiatement sur la surface des hauts-fonds eux-mêmes.

### § 7. — Hauteur des vagues.

Les jeunes officiers dont se compose l'état-major de *la Bonite*, seront probablement bien surpris, si nous les avertissons qu'aucun de leurs devanciers n'a résolu d'une manière complète les questions suivantes : Quelle est la plus grande hauteur des vagues pendant les tempêtes? quelle est leur plus grande dimension transversale? quelle est leur vitesse de propagation?

La hauteur, on s'est ordinairement contenté de l'estimer. Or, pour montrer combien de simples évaluations peuvent être en erreur; combien sur un pareil sujet l'imagination exerce d'influence, nous dirons que des marins également dignes de confiance ont donné pour la plus grande hauteur des vagues, les uns cinq mètres, et les autres trente-trois. Aussi, ce que la science réclame aujourd'hui, ce sont, non des aperçus grossiers, mais des mesures réelles dont il soit possible d'apprécier l'exactitude numériquement.

Ces mesures, nous le savons, sont fort difficiles; cependant les obstacles ne paraissent pas insurmontables, et, en tout cas, la question offre trop d'intérêt pour qu'on doive marchander les efforts que sa solution pourra exiger.

Nous ne doutons pas qu'en y réfléchissant, nos jeunes compatriotes ne trouvent eux-mêmes les moyens d'exécuter les opérations que nous sollicitons de leur zèle ; au reste quelques courtes réflexions pourront les guider.

Supposons, un moment, que les vagues de l'Océan soient immobiles, pétrifiées; que ferait-on sur un navire également stationnaire et situé dans le creux de l'une de ces vagues, s'il fallait en mesurer la hauteur réelle, s'il fallait déterminer la distance verticale de la crête et du creux? Un observateur monterait lentement le long du mât, et s'arrêterait à l'instant où la ligne visuelle horizontale partant de son œil, paraîtrait tangente à la crête en question : la hauteur verticale de l'œil, au-dessus de la surface de flottaison du navire, toujours situé, par hypothèse, dans le creux, serait la hauteur cherchée. Eh bien, cette même opération, il faut essayer de la faire au milieu de tous les mouvements, de tous les désordres d'une tempête.

Sur un navire en repos, tant qu'un observateur ne change pas de place, l'élévation de son œil au-dessus de la mer reste constante et est très-facile à trouver. Sur un navire battu par les flots, le roulis et le tangage inclinent les mâts tantôt d'un côté, tantôt d'un autre. La hauteur de chacun de leurs points, celle des hunes, par exemple, varie sans cesse, et l'officier qui s'y est établi ne peut connaître, au moment où il observe, la valeur de sa coordonnée verticale que par le concours d'une seconde personne, placée sur le pont, et dont la mission est de suivre les mouvements du mât. Quand on borne sa prétention à connaître cette coordonnée à la précision d'un

tiers de mètre, par exemple, le problème nous semble complétement résolu, surtout si l'on choisit, pour observer, les moments où le navire se trouve à peu près dans sa position naturelle; or il est précisément ainsi au creux de la vague.

Reste maintenant à trouver le moyen de s'assurer que la ligne de visée aboutissant au sommet d'une crête, est horizontale.

Les crêtes de deux vagues contiguës sont à la même hauteur, au-dessus du creux intermédiaire. Une ligne visuelle horizontale, partant de l'œil de l'observateur, quand le navire est dans le creux, va, je suppose, raser la crête de la vague qui s'approche; si l'on prolonge cette ligne du côté opposé, elle ira aussi toucher seulement à son sommet la crête de la vague déjà passée. Cette dernière condition est nécessaire et elle suffit pour établir l'horizontalité de la première ligne de visée; or, avec l'instrument connu sous le nom de *secteur de dépression* (*dip sector*), avec les cercles ordinaires armés d'un miroir additionnel, on peut voir en même temps, dans la même lunette, dans la même partie du champ, deux mires situées à l'horizon, l'une en avant et l'autre en arrière. Le secteur de dépression apprendra donc à l'observateur s'élevant graduellement le long du mât, à quel instant son œil arrive au plan horizontal tangent aux crêtes de deux vagues voisines. C'est là précisément la solution du problème que nous nous étions proposé.

Nous avons supposé qu'on voulait apporter dans cette observation toute l'exactitude que les instruments de marine comportent. L'opération serait plus simple et

d'une précision quelquefois suffisante, si l'on se contentait de déterminer, même à l'œil nu, jusqu'à quelle hauteur on peut s'élever le long du mât, sans jamais apercevoir, quand le navire est descendu dans le creux, d'autre vague que la plus voisine de celles qui s'approchent ou s'éloignent. Sous cette forme, l'observation serait à la portée de tout le monde; elle pourrait donc être faite pendant les plus fortes tempêtes, c'est-à-dire dans les circonstances où l'usage des instruments à réflexion présenterait quelques difficultés, et lorsque, d'ailleurs, toute autre personne qu'un matelot ne se hasarderait pas peut-être impunément à grimper le long d'un mât.

Les dimensions transversales des vagues se déterminent assez bien en les comparant à la longueur du navire qui les sillonne; leur vitesse, on la mesure par tous les moyens connus. Nous n'avons donc, en terminant ce paragraphe, qu'à signaler de nouveau ces deux sujets de recherches à l'attention de M. le commandant de *la Bonite*.

### § 8. — Visibilité des écueils.

Le fond de la mer, à une distance donnée d'un vaisseau, se voit d'autant mieux que l'observateur est plus élevé au-dessus de la surface de l'eau; aussi lorsqu'un capitaine expérimenté navigue dans une mer inconnue et semée d'écueils, il va quelquefois, afin de pouvoir diriger son navire avec plus de certitude, se placer au sommet du mât.

Le fait nous semble trop bien établi pour que nous ayons, à ce sujet, rien à réclamer de nos jeunes navigateurs quant au point de vue pratique; mais ils pourront, en suivant les indications que nous nous permettrons de leur donner ici, remonter peut-être à la cause d'un phénomène qui les touche de si près, et en déduire, pour apercevoir les écueils, des moyens plus parfaits que ceux dont une observation fortuite leur a enseigné à faire usage jusqu'ici.

Quand un faisceau lumineux tombe sur une surface diaphane, quelle qu'en soit la nature, une partie la traverse et une autre se réfléchit. La portion réfléchie est d'autant plus intense que l'angle du rayon incident avec la surface est plus petit. Cette loi photométrique ne s'applique pas moins aux rayons qui venant d'un milieu rare rencontrent la surface d'un corps dense, qu'à ceux qui, se mouvant dans un corps dense, tombent sur la surface de séparation de ce corps et du milieu rare contigu.

Cela posé, supposons qu'un observateur placé sur un navire, désire apercevoir un écueil un peu éloigné, un écueil sous-marin situé à 30 mètres de distance horizontale, par exemple. Si son œil est à un mètre de hauteur au-dessus de la mer, la ligne visuelle par laquelle la lumière émanée de l'écueil pourra lui arriver après sa sortie de l'eau, formera avec la surface de ce liquide un angle très-petit; si l'œil, au contraire, est fort élevé, s'il se trouve à 30 mètres de hauteur, il verra l'écueil sous un angle de 45°. Or, l'angle d'incidence intérieure, correspondant au petit angle d'émergence, est évidemment moins ouvert que celui qui correspond à l'émergence de

45°. Sous les petits angles, comme on a vu, s'opèrent les plus fortes réflexions, donc l'observateur recevra une portion d'autant plus considérable de la lumière qui part de l'écueil, qu'il sera lui-même placé plus haut.

Les rayons provenant de l'écueil sous-marin ne sont pas les seuls qui arrivent à l'œil de l'observateur. Dans la même direction, confondus avec eux, se trouvent des rayons de la lumière atmosphérique réfléchis extérieurement par la surface de la mer. Si ceux-ci étaient soixante fois plus intenses que les premiers, ils en masqueraient totalement l'effet; l'écueil ne serait pas même soupçonné, car il résulte des expériences de Bouguer, souvent répétées depuis, que l'œil le plus exercé n'est pas sensible à une augmentation de lumière de 1/60°. Posons une moindre proportion entre les deux lumières, et l'image de l'écueil ne disparaîtra plus entièrement; elle ne sera qu'affaiblie. Rappelons maintenant que les rayons atmosphériques renvoyés à l'œil par la mer, ont d'autant plus d'éclat qu'ils sont réfléchis sous un angle plus aigu, et tout le monde comprendra que deux causes différentes concourent à rendre un objet sous-marin de moins en moins apparent, à mesure que la ligne visuelle se rapproche de la surface de la mer, savoir, d'une part, l'affaiblissement progressif et réel des rayons qui émanant de cet objet vont former son image dans l'œil; de l'autre une augmentation rapide dans l'intensité de la lumière réfléchie par la surface extérieure des eaux, ou bien, qu'on me passe cette expression, dans le rideau lumineux à travers lequel les rayons venant de l'écueil doivent se faire jour.

Supposons que les intensités comparatives des deux faisceaux superposés soient, comme tout porte à le croire, l'unique cause du phénomène que nous analysons, et nous pourrons indiquer à MM. les officiers de *la Bonite* un moyen d'apercevoir les écueils sous-marins, mieux et beaucoup plus facilement que ne l'ont fait tous leurs devanciers : ce moyen est très-simple ; il consiste à regarder la mer, non plus à l'œil nu, mais à travers une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme et placée devant la pupille dans une certaine position. Deux mots encore, et le mode d'action de la lame cristalline sera évident.

Prenons que la ligne visuelle soit inclinée à la surface de la mer de 37°. La lumière qui se réfléchit sous cet angle à la surface extérieure de l'eau, est complétement polarisée. La lumière polarisée, tous les physiciens le savent, ne traverse pas les lames de tourmaline convenablement situées. Une tourmaline peut donc éliminer en totalité les rayons réfléchis par l'eau qui, dans la direction de la ligne visuelle, étaient mêlés à la lumière provenant de l'écueil, l'effaçaient entièrement, ou du moins l'affaiblissaient beaucoup. Quand cet effet est produit, l'œil placé derrière la lame cristalline, ne reçoit donc qu'une seule espèce de rayons : ceux qui émanent des objets sous-marins ; au lieu de deux images superposées, il n'y a plus sur la rétine qu'une image unique ; la visibilité de l'objet que cette image représente se trouve donc notablement facilitée.

L'élimination entière, absolue, de la lumière réfléchie à la surface de la mer, n'est possible que sous l'angle

de 37°, parce que cet angle est le seul dans lequel il y ait polarisation complète; mais sous des angles de 10° à 12° plus grands ou plus petits que 37°, le nombre de rayons polarisés contenus dans le faisseau réfléchi, le nombre de rayons que la tourmaline peut arrêter, est encore tellement considérable, que l'emploi du même moyen d'observation ne saurait manquer de donner des résultats très-avantageux.

En se livrant aux essais que nous venons de leur proposer, MM. les officiers de *la Bonite* éclairciront une question curieuse de photométrie; ils doteront probablement la navigation d'un moyen d'observation qui pourra prévenir maint naufrage; en introduisant enfin la polarisation dans l'art nautique, ils montreront, par un nouvel exemple, à quoi s'exposent ceux qui accueillent sans cesse les expériences et les théories sans applications actuelles, d'un dédaigneux à quoi bon?

§ 9. — Trombes.

L'électricité joue-t-elle quelque rôle dans la production des trombes? Une réponse nette, catégorique à cette question, aurait un grand intérêt. Ainsi, MM. les officiers de *la Bonite* devront s'attacher, quand ce phénomène se présentera à eux, à découvrir, s'il s'y engendre des éclairs et du tonnerre.

§ 10. — Dépressions de l'horizon.

La ligne bleue, assez bien définie, séparation apparente du ciel et de la mer, à laquelle les marins rappor-

tent la position des astres, n'est pas dans l'horizon mathématique, mais la quantité dont elle se trouve en-dessous et qu'on appelle *la dépression*, peut être exactement calculée, puisqu'elle dépend seulement de la hauteur de l'œil de l'observateur au-dessus des eaux et des dimensions de la terre. Il n'est malheureusement pas aussi facile d'apprécier les effets des réfractions atmosphériques. Il faut même dire que dans le calcul des tables de dépression généralement employées, on n'a tenu compte que de la raréfaction moyenne, relative à un certain état du thermomètre et du baromètre. Des officiers très-habiles, le capitaine Basil Hall, le capitaine Parry, le capitaine Gauttier, ont déterminé, par l'observation, les erreurs auxquelles le navigateur est exposé quand il se conforme à la règle commune. Il leur a suffi de mesurer, les uns avec le *dip sector* de Wollaston, les autres avec des instruments ordinaires armés d'un miroir additionnel, et cela dans les circonstances atmosphériques les plus variées, la distance angulaire d'un point de l'horizon au point diamétralement opposé. En admettant, comme il est presque toujours permis de le faire, que l'état de l'air et celui de la mer soient les mêmes tout autour de l'observateur, la différence de la distance mesurée à 180° est évidemment le double de la dépression réelle de l'horizon. La moitié de cette différence comparée à la dépression des tables, donne donc l'erreur possible de toute observation angulaire de hauteur faite en mer.

Dans les régions boréales, les erreurs positives et négatives observées par le capitaine Parry, ont été toutes comprises entre + 59″ et — 33″. Dans les mers de la

Chine et des Indes orientales, le capitaine Hall trouva des écarts plus grands : de + 1′ 2″ à — 2′ 58″. Le capitaine Gauttier, enfin, dans la Méditerranée et la mer Noire, alla plus loin encore, il obtint de + 3′ 35″ à — 1′ 49″. Si l'on se rappelle que la variation d'une seule minute en latitude, correspond sur le globe à un déplacement de 2,000 mètres environ, chacun reconnaîtra combien la recherche dont nous venons de rendre compte était digne d'attention.

En discutant avec soin toutes les observations de MM. Gauttier, Basil Hall et Parry, on a reconnu que l'erreur de la dépression calculée n'est positive, que cette dépression ne surpasse celle qu'on observe, qu'autant que la températurre de l'air est supérieure à celle de l'eau. Quant aux erreurs négatives, elles se sont présentées indistinctement dans tous les états thermométriques comparatifs de la mer et de l'atmosphère, sans qu'on ait pu attribuer ces anomalies à aucune cause apparente, et en particulier au degré de l'hygromètre.

Voilà donc un curieux problème à résoudre. Il intéresse également le physicien et le navigateur.

## CHAPITRE VII

### OBSERVATIONS DIVERSES

#### § 1. — Soulèvement de la côte du Chili.

En 1822, dans le mois de novembre, à la suite du tremblement de terre qui renversa au Chili les villes de Valparaiso, de Quillota, etc., une grande partie du

pays se trouva élevée de 1 à 2 mètres au-desus de son ancien niveau. Les tremblements de terre de 1834 ont été, à ce qu'il paraît, plus forts encore que celui de 1822. Il serait donc important d'examiner si, comme ce dernier, ils n'auraient pas soulevé subitement toute la contrée. Un rivage le long duquel la mer, par l'effet de la marée, ne monte jamais au delà de 1 à 2 mètres, doit fournir une multitude de repères, tels qu'embarcadères, bancs d'huîtres, de moules et d'autres coquillages adhérents aux rochers, à l'aide desquels toute question de soulèvement peut être résolue. Un coup d'œil sur les localités en dira plus, au reste, à cet égard, que les indications nécessairement vagues qu'il nous serait possible de réunir ici. Nous croyons cependant devoir citer le lac de Quintero, qui communiquait avec la mer, comme très-propre à fournir des preuves incontestables de changements de niveau. Nous recommanderons aussi de recourir aux cartes hydrographiques de Vancouver, de Malaspina, etc., car il n'est nullement probable que les soulèvements se soient arrêtés au rivage, et que le lit de la mer n'y ait pas participé.

Les soulèvements brusques et graduels du sol paraissent destinés à jouer un trop grand rôle dans l'histoire de la Terre, pour que nous ne devions pas inviter, d'une manière très-particulière, MM. les officiers de *la Bonite* à tenir une note de tous les phénomènes récents de cette espèce qu'ils pourront reconnaître, et ne pas oublier spécialement la côte du Pérou[1].

1. Peu de temps après la rédaction de ces Instructions, j'ai appris que des notes du capitaine Fitzroy avaient été lues devant la cour

§ 2. — Tremblements de terre.

Suivant une opinion assez généralement répandue en Amérique, les tremblements de terre seraient plus fréquents dans certaines saisons que dans d'autres. Un pareil résultat, s'il était parfaitement constaté, aurait une importance extrême pour la physique du globe. La collection complète des journaux qui ont été publiés au Chili depuis une vingtaine d'années, dépouillée sous ce point de vue, répandrait certainement quelques lumières sur la question que nous venons de soulever. Nous recommanderons cet objet à M. le chef de l'expédition, soit qu'il fasse exécuter le travail pendant le voyage, soit qu'il se contente d'en réunir les matériaux.

Adopter les opinions populaires d'emblée, c'est s'exposer à introduire dans la science et à son grand détriment, une multitude de notions confuses, appuyées sur des phénomènes mal vus et mal discutés; rejeter les mêmes opinions sans examen, c'est manquer assez souvent l'occasion de quelque importante découverte. Aussi je n'hésite pas à prier nos jeunes compatriotes de chercher dans leurs relâches sur la côte occidentale de l'Amérique, si les phénomènes dont on assure que fut accompagné le tremblement de terre qui détruisit Arica

martiale réunie à Portsmouth pour juger le capitaine Seymour de la frégate anglaise *Challenger*, naufragé sur la côte du Chili. Ces notes, destinées à expliquer la catastrophe, font connaître les changements que les courants ont éprouvés près du port de la Conception, depuis le tremblement de terre de février 1835. M. Fitzroy dit aussi que l'île de Santa-Maria a monté de 3 mètres.

et Saena, dans la matinée du 18 septembre 1833, ont été observés dans d'autres lieux. Voici les phénomènes en question rapportés par M. John Reid, voyageur anglais :

Les aboiements continuels des chiens et le braiment des ânes, annoncèrent l'approche du danger. Le jour précédent, l'atmosphère avait été d'une immobilité effrayante. Sans quelques rares bouffées, venant tantôt d'un côté et tantôt d'un autre, et qu'on ressentait tout aussi bien dans l'intérieur des appartements qu'au dehors, on pourrait même dire que pendant toute la journée du 18 septembre, l'immobilité de l'air fut complète à Saena.

Les secousses avaient laissé un grand nombre de bouteilles vides aux places qu'elles occupaient; mais on trouva leurs bouchons répandus sur le parquet dans tous les sens.

Aucune de ces bouteilles vides n'avait même été renversée; les bouteilles pleines, au contraire, furent jetées hors de leurs tablettes et brisées.

Le vernis, dont une table neuve de M. Reid était recouverte, devint tellement fluide que, le lendemain des secousses, l'acajou était comme entouré de glu pendante.

De grands vases en terre cuite, appelés jarres, étaient enfoncés en terre et renfermaient de l'eau; mais le niveau du liquide s'y maintenait à environ un mètre seulement au-dessous de l'ouverture de la jarre; néanmoins une grande partie de l'eau fut lancée de ces vases sur le sol environnant.

A Saena on a remarqué qu'après une secousse grande ou petite, tous les chiens de la ville vont se désaltérer à la première mare d'eau qu'ils peuvent rencontrer.

# CHAPITRE VIII

## APPENDICE RELATIF A DIVERSES QUESTIONS DE PHYSIQUE TERRESTRE

### § 1. — Anomalie touchant la distribution de la température dans l'atmosphère.

Les causes physiques qui concourent à rendre les couches de l'atmosphère d'autant plus froides qu'elles sont plus élevées, n'ont pas été soumises jusqu'ici à une appréciation exacte. Il est même permis de supposer que quelque chose manque à l'énumération qu'on en a faite. Dans cette situation, il m'avait paru qu'une anomalie pouvait tout aussi bien mettre sur la voie des lacunes s'il en existe et suggérer les moyens de les combler, qu'une étude générale du phénomène. Voilà pourquoi j'avais cru devoir appeler l'attention des observateurs de *la Bonite* (chap. II, § 4, p. 10), sur l'exception que la loi ordinaire subit, la nuit, par un temps serein ; sur la progression, alors croissante, que les températures atmosphériques présentent depuis le sol jusqu'à une certaine limite de hauteur qui n'a pas été encore exactement déterminée. Aujourd'hui, ce champ de recherches me paraît s'être agrandi. Dans certains climats, les températures atmosphériques me semblent pouvoir être croissantes avec la hauteur, même en plein jour. J'ai constaté ce résultat en discutant, dans d'autres vues, des observations de MM. les capitaines Sabine et

Foster, faites en juillet 1823 pour déterminer l'élévation d'une montagne du Spitzberg, isolée et très-pointue.

Le 17 juillet, entre $4^h$ $30^m$ et $6^h$ du soir, la température moyenne de l'air fut :

| | | |
|---|---|---|
| A la station inférieure.......... | + 1°.6 | centigrades. |
| Au sommet de la montagne (à 501 mètres de hauteur)........... | + 1°.9 | — |

Le temps était sombre; il faisait un peu de vent.

Le 18 juillet, entre $3^h$ $20^m$ et $6^h$ du soir :

| | | |
|---|---|---|
| A la station inférieure.......... | + 1°.9 | centigrades. |
| Au sommet de la montagne...... | + 1°.2 | — |

Brouillard épais; brise modérée.

Le 20 juillet, entre minuit et 2 heures du matin :

(Tout le monde sait que le 20 juillet, au Spitzberg, le Soleil ne se couche pas, et qu'à minuit il est encore assez élevé au-dessus de l'horizon. Dans le lieu où M. le capitaine Sabine observait, cette élévation du Soleil était d'environ 11°.)

| | | |
|---|---|---|
| A la station inférieure.......... | + 2°.4 | centigrades. |
| Au sommet de la montagne...... | + 4°.4 | — |

Le temps était très-beau, très-serein.

Le 21 juillet, entre 10 heures et demie du matin et midi et demi :

| | | |
|---|---|---|
| A la station inférieure.......... | + 4°.3 | centigrades. |
| Au sommet de la montagne...... | + 3°.9 | — |

Il pleuvait à la station inférieure. La montagne était dans les nuages.

On voit que l'anomalie n'existe pas quand le temps est

entièrement couvert. Elle atteint son maximum, au contraire, par un ciel serein. Tout cela est en accord parfait avec l'explication que nous avons donnée du phénomène dans les instructions de *la Bonite*, et qui se fonde sur les lois du rayonnement de la chaleur. Tout cela conduit à supposer aussi que dans nos climats, si le temps est favorable, la température de l'atmosphère peut être croissante et non décroissante avec la hauteur, même avant le coucher du Soleil. Des dispositions que j'ai en vue depuis fort longtemps, permettront de soumettre cette conjecture à une épreuve décisive. En attendant, il nous semble que l'Académie doit engager les membres de l'expédition du Nord à suivre avec une attention soutenue le phénomène que je viens de signaler. Un ballon captif qui porterait le thermomètre à minimum et qu'on lancerait de temps à autre dans les airs, servirait à faire les observations d'une manière encore plus concluante que si l'on avait pu s'établir sur une montagne isolée et à sommet aigu. Nous recommanderions seulement de substituer un thermomètre à déversement aux thermomètres à index mobile de Rutherford ou de Six, dont l'usage serait très-peu sûr à cause des fortes oscillations du ballon pendant sa montée, pendant sa descente, et même pendant le séjour de quelque durée qu'il devrait faire au point le plus élevé de sa course.

Je dois dire du reste qu'il y a dans l'ouvrage de Pictet, des observations de températures atmosphériques croissantes avec la hauteur, faites de nuit, ou du moins quand le Soleil était sous l'horizon. Je dois en outre à M. Biot la communication d'une Note que je vais transcrire, rela-

tive à des observations du général Roy et du docteur Lind, sur la mesure des hauteurs par le baromètre. (*Trans. Philos.*, 1777, IIe partie, p. 728.)

Après avoir cité quelques observations faites à de très-petites hauteurs, dans lesquelles, par l'influence des localités, le thermomètre supérieur avait indiqué une température un peu plus haute que l'inférieur, l'auteur ajoute ces propres paroles : « Mais le plus remarquable exemple de ce genre s'est présenté dans une des observations du docteur Lind, lors du dégel survenu le 31 janvier 1776, à la suite du grand froid qui avait précédé. A Hawk-Hill (station inférieure), à 10 heures 45 minutes du matin la température de l'air libre était 14° Far. (—10° centigr.), tandis qu'au sommet d'Arthur-Seat (station supérieure) elle était à 20° Far. (—6° 2/3). La terre, qui était restée gelée, maintenait l'air extrêmement froid en bas, quoiqu'il eût déjà éprouvé l'influence du dégel sur le sommet de la montagne. »

La différence de niveau des deux stations ici désignées, était de 208 mètres, et l'on voit que l'excès de température au sommet de la colonne a été 6° Far. ou 3° 1/3 centigr. : mais les points intermédiaires n'ayant pas été observés, on ne peut savoir si cet accroissement était continu ou s'il n'existait pas déjà un décroissement réel au sommet de la station la plus haute.

§ 2. — Température de la Terre dans les régions polaires et sur la croupe des montagnes élevées.

Dans nos climats, la température moyenne des caves, des puits, des sources ordinaires, est à peu près égale à la

température moyenne du lieu, déterminée à l'aide d'un thermomètre situé à l'ombre et en plein air. Il n'en est pas de même dans certaines contrées voisines du pôle, et, dans toutes les contrées, près de la limite des neiges perpétuelles. Là, comme l'ont surtout prouvé les observations de MM. Wahlenberg et Léopold de Buch, la température du sol et par conséquent la température des sources, sont notablement supérieures à la température moyenne de l'atmosphère.

L'anomalie avait été expliquée d'une manière en apparence satisfaisante. L'épaisse couche de neige qui, dans les régions boréales ou dans celles dont la hauteur au-dessus de l'horizon est considérable, couvre le sol pendant une bonne partie de l'année, ne peut manquer, disait-on, à cause de son défaut de conductibilité, d'empêcher les grands froids de l'hiver d'atteindre la terre ou du moins de s'y propager jusqu'aux profondeurs auxquelles ils seraient descendus, si la surface ne s'était pas revêtue de cette sorte d'enveloppe. La neige, quelque bizarre que le résultat doive paraître de prime abord, est donc, à tout prendre, pour les régions où elle séjourne longtemps, une cause réelle d'échauffement.

Que peut-on opposer à une explication où tout paraît si rationnel, si évident? On peut lui opposer d'abord de ne spécifier aucun chiffre. Depuis l'époque où M. Erman a communiqué à l'Académie des Sciences les observations comparatives concordantes de la température de l'air et de la Terre faites en Sibérie, on doit opposer encore à la même explication, qu'elle conduit, comme une nécessité, à des différences de chaleur sensibles, pour des localités

où de telles différences n'existent pas, et, par exemple, pour Iakoutsk, comme l'apprennent les observations que nous avons eu l'occasion de rapporter ailleurs (Notice sur les puits forés, t. VI des *Œuvres*, t. III des *Notices scientifiques*, p. 374). Ceux de nos compatriotes qui se proposent d'hiverner vers l'extrémité septentrionale de l'Europe, peuvent donc espérer d'y résoudre un important problème de météorologie. S'ils s'arrêtent dans le Finmark, à Kielvik, à Hammerfest ou à Alten, dont la température moyenne est au-dessous de zéro, ils devront rechercher pourquoi l'eau n'y gèle jamais dans les caves bien closes. Le ruisseau d'Hammerfest, qui, d'après M. de Buch, ne cesse pas de couler au milieu de l'hiver, fixera aussi leur attention. Enfin, ils ne manqueront pas, ne fût-ce qu'en se servant de simples trous pratiqués avec le fleuret du mineur, d'examiner comment la température de la Terre varie journellement à différentes profondeurs. Ces observations n'ont jamais été faites, je crois, dans les régions où pendant des mois entiers le Soleil ne se couche pas. Aussi, seront-elles pour la science une acquisition intéressante, indépendamment de leur liaison possible avec l'anomalie dans les températures terrestres à laquelle j'avais voulu d'abord consacrer exclusivement ce paragraphe.

§ 3. — Sources thermales.

Si l'on admet, avec la plupart des physiciens de notre époque, que les eaux thermales vont emprunter leur haute température à celle de couches terrestres très-profondes,

plusieurs de ces sources pourront nous éclairer sur l'ancien état thermométrique du globe. Un exemple, le plus favorable au reste qu'il soit possible de citer, rendra la liaison des deux phénomènes parfaitement évidente.

En 1785, M. Desfontaines découvrit à quelque distance de Bone, en Afrique, une source thermale dont la température s'élevait à + 96°.3 centigrades. La source était connue des anciens; des restes de bains ne permettent pas d'en douter. Cette circonstance, combinée avec le nombre 96°.3, conduit ce me semble à la conséquence qu'en 2,000 ans la température de la terre, en Afrique, n'a pas varié de 4° centigrades. Admettons, en effet, quelques instants qu'il se soit opéré en 2,000 ans une diminution de 4°. La couche terrestre d'où l'eau émane aujourd'hui aurait été, du temps des Romains et des Carthaginois, à la température de + 100°.3. Ainsi l'eau serait venue au jour à l'état de vapeur, comme dans les geysers d'Islande, et non pas seulement à l'état d'eau chaude. Or, qui pourrait croire à l'existence d'un phénomène aussi extraordinaire, lorsque Sénèque, Pline, Strabon, Pomponius Mela, etc., n'en font pas mention?

Notre argumentation ne paraît comporter qu'un seul genre de difficulté; les dissolutions n'entrent pas en ébullition à 100°, comme l'eau pure, et la différence croît avec la proportion de matière saline dissoute. C'est précisément pour cela que de nouvelles observations de la source thermale des environs de Bone, sont indispensables ; c'est pour cela qu'il faudra joindre à la détermination de la température, une analyse chimique de l'eau, analyse qui, du reste, pourra se faire à Paris, sur des

échantillons renfermés dans des bouteilles hermétiquement fermées. Si aujourd'hui l'eau de la source arrive à la surface à peu près saturée des matières calcaires qu'elle y dépose, toute difficulté s'évanouira et un important problème de climatologie se trouvera résolu.

§ 4. — Effets du déboisement.

Quoique la question de savoir si le déboisement altère notablement les climats, n'ait excité sérieusement l'attention du public et celle de l'autorité que depuis assez peu peu de temps, elle a déjà donné lieu aux opinions les plus diverses. Les uns admettent, par exemple, que de simples rideaux de bois peuvent abriter complétement de vastes étendues de pays; y garantir les végétaux des effets pernicieux de certains vents; les soustraire surtout à l'action désastreuse des vents de mer. Les autres ne nient pas tout à fait cette influence des bois, mais ils la circonscrivent dans de si étroites limites, qu'elle serait à vrai dire sans intérêt. D'après ce que rapportent les voyageurs, on peut espérer que l'Afrique et les côtes de la Norvége offriront à des esprits suffisamment avertis et à des yeux attentifs, des localités où le phénomène se présentera dans tout son jour et avec des circonstances qui permettront d'en assigner l'importance.

§ 5. — Réfractions atmosphériques.

Les astronomes qui ont essayé, même une seule fois dans leur vie, de déterminer la valeur des réfractions

horizontales, savent combien peu il est permis de compter sur les résultats. C'est ordinairement le bord du Soleil qui sert de point de mire; mais près de l'horizon, ce bord paraît si fortement dentelé, si vivement irisé, si déchiqueté; ces diverses irrégularités sont d'ailleurs tellement changeantes que l'observateur ne sait où diriger le fil du réticule, à quel point, à quelle hauteur arrêter sa lunette sur le limbe gradué de l'instrument qu'il emploie. C'est donc bien à tort que certains géomètres se sont astreints à représenter par leurs formules la réfraction horizontale. La valeur de cette réfraction n'est pas connue; elle ne saurait être déterminée avec exactitude; la valeur moyenne elle-même doit changer d'un lieu à l'autre : les circonstances locales peuvent la modifier très-notablement.

Si, envisagées du point de vue que nous venons d'adopter, les réfractions horizontales méritent peu l'intérêt qu'elles excitaient jadis, il n'en est pas de même du cas où l'on veut les faire servir à l'étude de la constitution de l'atmosphère, sous le rapport surtout du décroissement de la chaleur des couches superposées. Des observations de cette nature faites dans les climats des tropiques et dans les régions glaciales, si elles étaient accompagnées, en chaque lieu, de la détermination expérimentale du décroissement de la température de l'air, obtenue avec de petits ballons, conduiraient certainement par leur comparaison avec les valeurs analytiques de la réfraction, à d'importants résultats. Aussi, avons-nous proposé à l'Académie de recommander les observations des réfractions voisines de l'horizon, aux membres

de l'expédition du Nord et aux membres de l'expédition d'Afrique.

§ 6. — Courants sous-marins.

La température des couches inférieures de l'Océan, entre les tropiques, est de 22° à 25° centigrades au-dessous du plus bas point auquel les navigateurs aient observé le thermomètre à la surface. Ainsi, cette couche si froide du fond n'est point alimentée par la précipitation des couches superficielles. Il semble donc impossible de ne pas admettre que des courants sous-marins transportent les eaux des mers glaciales jusque sous l'équateur.

La conséquence est importante. Les expériences faites au milieu de la Méditerranée la fortifient. Cette mer intérieure ne pourrait recevoir les courants froids provenant des régions polaires, que par la passe si resserrée de Gibraltar. Eh bien, dans la Méditerranée, la température des couches profondes n'est jamais aussi faible, toutes les autres circonstances restant pareilles, qu'en plein Océan. On peut même ajouter que nulle part cette température du fond de la mer Méditerranée ne paraît devoir descendre au-dessous de la température moyenne du lieu. Si cette dernière circonstance vient à se confirmer, il en résultera qu'aucune partie du flux glacial venant des pôles, ne franchit le seuil du détroit de Gibraltar.

Lorsque M. le capitaine Dumont d'Urville partit, il y quelques années, pour sa première campagne de *l'Astrolabe*, j'eus la pensée qu'il pourrait être utile de rechercher si les phénomènes de l'Océan, quant à la température

des coucnes profondes, se présenteraient dans toute leur pureté dès qu'on se trouverait à l'ouest du détroit. L'Académie voulut bien accueillir mon vœu. Sur sa recommandation expresse, quelques observations de la nature de celles que je désirais, furent faites à peu de distance de Cadix. Eh bien, elles donnèrent précisément ce qu'on aurait trouvé dans la Méditerranée.

Ce fait curieux semble se prêter à deux explications différentes. On peut supposer que le courant polaire se trouve complétement refoulé par un courant sous-marin dirigé de la Méditerranée vers l'Océan, et dont l'existence est appuyée sur divers événements de mer. On peut supposer aussi que la saillie si forte de la côte méridionale du Portugal ne permet pas au flux d'eau froide venant du nord, de s'infléchir, presque à angle droit, pour aller atteindre les régions voisines de l'embouchure du Guadalquivir. Dans cet état de la question, chacun comprendra combien des sondes thermométriques faites à l'ouest et à l'est du cap Saint-Vincent, auraient de l'intérêt. Nous croyons d'autant mieux devoir proposer à l'Académie de recommander ce genre d'observations à M. le ministre de la marine, qu'un bâtiment va faire l'hydrographie des côtes de Maroc, et que son commandant, M. Bérard, s'est déjà occupé de la détermination de la température de la mer à toutes les profondeurs, avec un succès auquel le monde savant a rendu pleine justice. Jamais occasion plus favorable ne s'est présentée de résoudre le grand problème de physique terrestre dont nous avons cru devoir poser ici les éléments avec quelque détail.

§ 7. — Des Vents.

Les vents peuvent fournir aux voyageurs météorologistes, des sujets de recherches d'un grand intérêt.

Il faut d'abord, qu'en chaque lieu, ils assignent la direction des vents dominants. Il faut qu'ils déterminent les époques de l'année où chaque vent souffle de préférence.

Aucun des instruments dont la météorologie est en possession ne donne la vitesse du vent avec la précision désirable. Quand le temps est entièrement couvert, l'observateur qui veut déterminer la rapidité de la marche d'un ouragan, se voit réduit à jeter dans l'air des corps légers et à les suivre de l'œil, la montre en main, jusqu'au moment où ils atteignent divers objets situés à des distances connues. Lorsque le ciel est seulement parsemé de quelques gros nuages, leur ombre parcourt sur la Terre, en 10 secondes, par exemple, un espace à fort peu près égal à celui dont ils se sont déplacés par l'effet du vent.

L'observation de ces ombres peut être recommandée avec confiance. Elle donne la vitesse du vent, mieux que les corps légers dont les physiciens exacts ont renoncé à se servir, parce que leurs mouvements près de terre sont compliqués de l'effet de mille tourbillons et de celui des vents réfléchis.

En 1740, Franklin découvrit que les ouragans qui ravagent si souvent la côte occidentale des États-Unis, se propagent en sens contraire de la direction suivant

laquelle ils soufflent. De cette manière un ouragan de nord-est commence à la Nouvelle-Orléans; il arrive ensuite à Charlestown; ne parvient à Philadelphie que deux à trois heures après; emploie un nouvel intervalle de plusieurs heures pour se faire sentir à New-York, et n'atteint que plus tard encore les villes plus septentrionales de Boston et de Québec, en soufflant toujours, dans cette marche à reculons, comme s'il venait du nord.

Il résulte de l'observation de Franklin, que les ouragans d'Amérique sont des *vents d'aspiration.* Le même phénomène se produit-il dans d'autres lieux, sur une aussi grande échelle? Je dis sur une aussi grande échelle, puisqu'il me paraît incontestable que les brises de terre qui se font sentir régulièrement la nuit dans certains parages, et les brises de mer qui leur succèdent le jour, sont des vents d'aspiration.

Pendant son séjour au Col du Géant, Saussure fut assailli par des vents d'orage d'une violence extrême, qu'interrompaient périodiquement des intervalles du calme le plus parfait. Comme les vents orageux changent subitement d'orientation de 30 à 40 degrés, l'illustre physicien de Genève expliqua les singuliers moments de calme dont il était témoin, en supposant que parfois le vent soufflait suivant la direction de telle ou telle cime des Alpes, qui tenait sa station du Col à l'abri.

Cette explication de l'intermittence du vent ne peut pas être générale, car le capitaine Cook a observé le même phénomène en pleine mer, ainsi que cela résulte du passage que je vais transcrire.

« Le bâtiment se trouvant par 45° de latitude sud et 28° 30′ de longitude est de Paris, la nuit, dit le célèbre navigateur, fut très-orageuse. Le vent souffla du S.-O., en rafales extrêmement fortes. Dans de petits intervalles entre les grains, le vent se calmait presque complétement, et ensuite il recommençait avec une telle fureur que ni nos voiles ni nos agrès ne pouvaient le supporter. »

M. le capitaine Duperrey m'apprend qu'il a quelquefois remarqué les mêmes effets. Il y a donc là un curieux sujet d'observations. Il faudra aussi l'étendre aux vents frais de terre, qui souvent soufflent des journées entières dans les plaines, sinon avec des intervalles d'un calme parfait, du moins avec des changements d'intensité que Saussure évalue à la moitié ou même aux deux tiers de l'intensité ordinaire.

La météorologie et la physiologie ont encore beaucoup à attendre du zèle des voyageurs au sujet des vents chauds du désert. Ces vents, connus en Afrique sous les noms de *seimoum*, de *kamsin*, d'*harmattan*, quand ils atteignent les îles de la Méditerranée ou les côtes d'Italie, de France et d'Espagne deviennent le *chirocco*. Les descriptions que certains voyageurs ont données des effets du *seimoum*, sont évidemment exagérées. Il paraît assez évident que ces effets, quels qu'ils puissent être, dépendent en grande partie de la haute température et de l'extrême sécheresse que des sables flottants communiquent à l'atmosphère. Mais il n'en sera pas moins utile de compléter par des observations du thermomètre et de l'hygromètre, les vagues aperçus dont on s'est jusqu'ici contenté. Burckhardt rapporte que pendant une bour-

rasque de *seimoum*, il vit, à Esné, le thermomètre à l'ombre s'élever jusqu'à 55° centigrades, température qui justifierait toutes les assertions de Bruce, si le voyageur suisse n'ajoutait que l'air ne reste jamais dans un pareil état pendant plus d'un quart d'heure.

Est-il vrai, comme l'assure Burckhardt, que les teintes de l'atmosphère, quand le *seimoum* souffle, que les couleurs, soit rouge, soit jaune, soit bleuâtre, soit violette du Soleil, citées par tant de voyageurs, dépendent de la nature et de la couleur du terrain d'où le vent a enlevé le sable qu'il transporte avec lui?

§ 8. — **Phénomènes de lumière atmosphérique.**

L'instrument à polarisation chromatique à l'aide duquel j'ai pu constater que la lumière des halos est de la lumière réfractée, pourra être appliqué, avec le même avantage, à l'étude des parhélies, des parasélènes et des cercles entre-croisés qui les accompagnent presque constamment, surtout dans les climats du Nord. L'observateur devra, 1° Noter si la lumière de ces météores présente les caractères de la polarisation par réflexion ou de la polarisation par réfraction ; 2° Déterminer avec toute l'exactitude possible la position du plan de polarisation de chaque faisceau analysé, relativement au Soleil ; 3° Apprécier les proportions, sinon absolues, du moins comparatives, de lumière poralisée contenues dans la lumière totale provenant des diverses régions du phénomène. Ces résultats, combinés avec des mesures angulaires précises des diamètres des divers cercles, et de la

distance de leurs points d'intersection au Soleil, deviendront pour une branche importante de l'optique, aujourd'hui très-imparfaite, de précieuses acquisitions. Ce seront autant de pierres de touche qui ne permettront plus à de vagues aperçus d'usurper la place d'une théorie solide.

### § 9. — Aurores boréales.

Dans nos climats, quand une aurore boréale est complète, quand une partie de sa lumière dessine dans l'espace un arc bien tranché, bien défini, le point culminant de cet arc est dans le méridien magnétique, et ses deux points d'intersection apparents avec l'horizon sont à des distances angulaires égales du même méridien.

Lorsqu'il jaillit des colonnes lumineuses des diverses régions de l'arc, leur point d'intersection, celui que certains météorologistes ont appelé le *centre de la coupole*, se trouve dans le méridien magnétique, et précisément sur le prolongement de l'aiguille d'inclinaison.

Il est très-important de répéter partout ce genre d'observations, moins pour établir entre les aurores boréales et le magnétisme terrestre une connexion générale dont personne ne peut douter aujourd'hui, qu'à raison des lumières qu'il doit répandre sur la nature intime du phénomène et sur les méthodes géométriques, d'après lesquelles on a quelquefois déterminé sa hauteur absolue.

Ces méthodes, fondées sur des combinaisons de parallaxes, supposent que partout on voit le même arc, je veux dire les mêmes molécules matérielles, amenées par des

causes inconnues à l'état rayonnant. Si je ne me trompe, cette hypothèse, quand elle sera examinée avec le scrupule convenable, soulèvera plus d'un doute sérieux.

L'orientation magnétique de l'arc de l'aurore ne prouve rien autre chose si ce n'est que le phénomène est placé symétriquement par rapport à l'axe magnétique du globe. Quant au genre de déplacement que le centre de la coupole éprouve pour chaque changement de position de l'observateur, il ne saurait s'expliquer par un jeu de parallaxes. Ce déplacement est tel, qu'un observateur qui marche de Paris vers le pôle magnétique nord, voit le centre de la coupole, situé au sud de son zénith, s'élever de plus en plus au-dessus de l'horizon; or, c'est précisément le contraire qui arriverait si la coupole était un point rayonnant et non un simple effet de perspective.

Dès qu'on a établi que, dans les aurores boréales, une de leurs parties au moins est une pure illusion, on ne voit pas pourquoi on adopterait d'emblée que l'arc lumineux de Paris est celui qui sera aperçu de Strasbourg, de Munich, de Vienne, etc. Conçoit-on quel grand pas aurait fait la théorie de ces mystérieux phénomènes, s'il était établi que chaque observateur voit son aurore boréale, comme chacun voit son arc-en-ciel? Ne serait-ce pas d'ailleurs quelque chose que de débarrasser nos catalogues météorologiques d'une multitude de déterminations de hauteur qui n'auraient plus aucun fondement réel, bien qu'on les doive aux Mairan, aux Halley, aux Krafft, aux Cavendish, aux Dalton?

Avant de terminer un paragraphe dans lequel il a été si souvent question de la hauteur absolue de la matière au

milieu de laquelle l'aurore boréale s'engendre, je ne dois pas oublier de rappeler qu'une fois le capitaine Parry crut voir des jets lumineux provenant d'une aurore, se projeter sur une montagne peu éloignée de son bâtiment. Cette observation mérite bien d'être confirmée et renouvelée.

### § 10. — Électricité atmosphérique.

Le tonnerre pourrait être, dans tout voyage scientifique, l'objet de recherches très-intéressantes, qui sont indiquées avec détail dans la Notice que j'ai consacrée à l'étude de ce grand phénomène (t. IV des *Œuvres*, t. Ier des *Notices scientifiques*).

En Norwége, dit-on, les orages deviennent d'autant plus rares, qu'on s'éloigne davantage des côtes maritimes. S'il fallait s'en rapporter à quelques voyageurs, il y aurait déjà, sous ce rapport, des différences notables entre l'entrée et le fond de chacune des immenses baies dont le pays est sillonné. C'est un sujet d'observations bien digne de l'attention des météorologistes.

### § 11. — Électricité près des cascades.

En 1786, Tralles trouva près de la cascade du Staubbach, que la pluie extrêmement fine qui s'en détachait, donnait des signes manifestes d'électricité négative. Le Reichenbach lui offrit les mêmes phénomènes. Volta, peu de temps après, vérifia l'exactitude de l'observation de Tralles, non-seulement sur la cascade de Pissevache, mais encore partout où une chute d'eau, quelque insi-

gnifiante qu'elle fût, donnait lieu, par l'intermédiaire du vent, à la dispersion de petites gouttelettes. Comme à Tralles, l'électricité lui parût toujours négative.

Le physicien de Berne attribua d'abord l'électricité de la poussière d'eau dont toutes les grandes cascades sont entourées, au frottement des gouttelettes sur l'air. Bientôt après il vit, avec Volta, la véritable cause de cette électricité dans l'évaporation que les mêmes gouttelettes éprouvent en tombant. Cette explication a été combattue par M. le professeur Belli. Sans nier que l'évaporation puisse avoir un certain effet dans le phénomène, M. Belli réserve le rôle principal à l'action que l'électricité atmosphérique doit exercer sur l'eau courante. L'eau, dit-il, sera par influence, par induction, à l'état négatif, quand l'atmosphère se trouvera, comme c'est l'ordinaire, chargée d'électricité positive. Au moment où cette eau se divisera en mille gouttelettes, elle ne pourra manquer de porter l'électricité dont l'induction de l'atmosphère l'avait imprégnée, sur tous les objets qu'elle rencontrera.

La théorie de M. le professeur Belli est susceptible d'une épreuve qui, d'un seul coup, en démontrera l'exactitude ou la fausseté. Si elle est vraie, l'électricité du nuage dont les cascades sont entourées n'aura pas toujours le même signe : elle sera négative si l'atmosphère est positive, on la trouvera positive au contraire quand les nuages seront négatifs. Ce sont donc des observations faites dans des temps orageux et non par un ciel serein, qui permettront de choisir entre la théorie de Volta et celle de M. Belli.

### § 12. — Marées.

La théorie des marées empruntée au principe de l'attraction universelle, ne peut laisser aucun doute dans les esprits quant à ses bases générales. Ce qui lui manque encore du côté de la simplicité et de la rigueur, est du ressort de la géométrie. Les observateurs, cependant, ont encore devant eux un vaste champ d'études dans les circonstances locales qui modifient considérablement les heures des établissements des ports et la hauteur des eaux, sans qu'il soit ordinairement bien facile de dire quelle est la circonstance influente et son mode d'action.

Y a-t-il des marées sensibles dans la Méditerranée proprement dite? A cette question quelques personnes ont répondu oui, en ce qui concerne le port de Bone, par exemple ; mais les chiffres sur lesquels elles se fondent disent le contraire. D'après quelques recherches faites à Naples en 1793, il y aurait une marée bien observable de près d'un tiers de mètre, dans le canal étroit qu'on appelle la *rivière Styx*, et qui établit une communication entre le port de Misène et le Marc-Morto. Blagden croyait ses données tellement sûres, qu'il alla jusqu'à en déduire l'heure de l'établissement dans la baie de Naples (9 heures à 10 heures du matin). Ces observations méritent d'être répétées sur divers points de l'Algérie. Le manque de réussite dans tel ou tel port ne doit pas décourager. Si l'on s'en était tenu à cette remarque si souvent reproduite que la Méditerranée est une mer trop resserrée pour que les marées puissent y être observées,

nous ne saurions pas aujourd'hui qu'elles sont très-sensibles dans l'Adriatique ; nous ignorerions qu'à Chioggia et à Venise elles s'élèvent à plus d'un mètre.

§ 13. — Couleur de la mer.

L'étude des couleurs de la mer a exercé la sagacité d'un grand nombre de savants et de navigateurs, sans qu'on puisse dire que le problème soit résolu.

Quelle est la couleur de l'eau de l'Océan ? A cette question les réponses seront à peu près identiques. C'est en effet au bleu d'outre-mer que le capitaine Scoresby compare la teinte générale des mers polaires ; c'est à une dissolution parfaitement transparente du plus bel indigo, ou au bleu céleste, que M. Costaz assimile la couleur des eaux de la Méditerranée ; c'est par les mots d'*azur vif* que le capitaine Tuckey caractérise les flots de l'Atlantique dans les régions équinoxiales ; c'est aussi le bleu vif que sir Humphry Davy assigne aux teintes reflétées par les eaux pures provenant de la fonte des neiges et des glaciers. Le bleu céleste plus ou moins foncé, c'est-à-dire mélangé avec de petites ou avec de grandes proportions de lumière blanche, semblerait donc devoir être toujours la teinte de l'Océan. Pourquoi n'en est-il pas ainsi ?

Nous venons d'abord de parler d'eau pure, et les eaux de la mer sont souvent imprégnées de matières étrangères. Les bandes vertes, par exemple, si étendues et si tranchées des régions polaires, renferment des myriades de méduses dont la teinte jaunâtre, mêlée à la couleur bleue de l'eau, engendre le vert. Près du cap Palmas,

sur la côte de Guinée, le vaisseau du capitaine Tuckey paraissait se mouvoir dans du lait; c'étaient aussi des multitudes d'animaux flottant à la surface qui avaient masqué la teinte naturelle du liquide. Les zones, rouges de carmin, que divers navigateurs ont traversées dans le grand Océan, n'ont pas une autre cause. En Suisse, d'après sir Humphry Davy, quand la teinte d'un lac passe du bleu au vert, c'est que ses eaux se sont imprégnées de matières végétales. Près de l'embouchure des grandes rivières enfin, la mer a souvent une teinte brune provenant de la vase et des autres substances terreuses qui sont tenues en suspension. Nous avons dû insister sur les couleurs engendrées par des matières mêlées à l'eau, afin qu'on ne les confondît pas avec celles dont il nous reste à parler.

La teinte bleu céleste de la mer se trouve modifiée, ou même quelquefois totalement changée, dans les parages où l'eau est peu profonde. C'est qu'alors la lumière réfléchie par le fond, arrive à l'œil confondue avec la lumière naturelle de l'eau. L'effet de cette superposition pourrait être calculée d'après les lois de l'optique. Seulement il faudrait joindre à la connaissance de la nature des deux teintes mélangées, celle, plus difficile à obtenir, de leurs intensités comparatives. Ainsi, un fond de sable jaune peu réfléchissant donne à la mer une teinte verte, parce que le jaune mêlé au bleu, comme tous les physiciens le savent, engendre le vert. Maintenant, sans changer les nuances, remplacez le jaune sombre par un jaune éclatant, le bleu peu intense de l'eau pure verdira à peine cette vive lumière, et la mer paraîtra jaune. Dans la baie

de Loango les eaux sont toujours fortement rougeâtres : on les dirait mêlées à du sang. Tuckey s'est assuré que le fond de la mer y est très-rouge. Substituons à ce fond rouge vif un fond de même nuance mais obscur, mais peu réfléchissant, et les eaux de la baie de Loango paraîtront désormais orangées ou peut-être même jaunes.

On fait, contre cette manière d'envisager la question, une objection qui, de prime abord, semble sérieuse. Un fond de sable blanc, dit-on, ne devrait pas altérer la teinte de la mer, car si le blanc affadit les couleurs auxquelles il se mêle, du moins il n'en change pas la nuance. La réponse sera facile. Comment s'assure-t-on que le sable du fond est blanc? N'est-ce pas en plein air, après en avoir pêché une partie ; n'est-ce pas en l'exposant à la lumière blanche du Soleil ou des nuages? Le sable est-il dans ces mêmes conditions au fond de l'eau? Si en plein air vous l'éclairiez avec de la lumière rouge, verte, bleue, il vous paraîtrait rouge, vert, ou bleu. Cherchons donc quelle couleur le frappe au fond de l'eau.

L'eau se trouve dans les conditions de tous ces corps que les physiciens, les chimistes et les minéralogistes ont tant étudiés, et qui possèdent deux sortes de couleurs : une certaine couleur transmise, et une couleur réfléchie totalement différente de la première. L'eau paraît bleue par réflexion. Quelques personnes croient que sa couleur transmise est verte. Ainsi, l'eau disperse dans tous les sens, après l'avoir bleuie, une portion de la lumière blanche qui va l'éclairer. Cette lumière dispersée constitue la couleur propre des liquides. Quant aux autres

rayons, irrégulièrement transmis, leur passage à travers l'eau les verdirait, et cela d'autant plus fortement que la masse traversée aurait plus d'épaisseur.

Ces notions admises, reprenons le cas d'une mer peu profonde à fond de sable blanc. Ce sable ne reçoit la lumière qu'à travers une couche d'eau. Elle lui arrive donc déjà verte, et c'est avec cette teinte qu'il la réfléchit. Mais, dans le second trajet que font les rayons lumineux à travers le même liquide en revenant du sable à l'air, leur teinte verte se fonce quelquefois assez fortement pour prédominer à la sortie sur le bleu. Voilà peut-être tout le secret de ces nuances qui, pour le navigateur expérimenté, sont dans un temps calme l'indice certain et précieux de hauts-fonds.

Nous venons de dire : *dans un temps calme*, et ce n'est pas sans dessein. Quand la mer est agitée, des vagues convenablement orientées peuvent, en effet, envoyer à l'œil une assez grande quantité de rayons transmis ou verts, pour que le bleu réfléchi soit entièrement masqué. Quelques courtes observations rendront cela évident.

Concevons un prisme triangulaire, placé en plein air, horizontalement, devant un observateur un peu plus haut que lui. Ce prisme ne pourra amener à l'œil, par voie de réfraction, aucun rayon venant directement de l'atmosphère. Au contraire, la face antérieure du prisme jettera vers l'observateur un faisceau atmosphérique réfléchi dont une grande partie, il est vrai, passera au-dessus de sa tête. Cette partie aurait besoin d'être pliée dans sa course, d'être infléchie, d'être réfractée de haut en bas pour arriver à l'œil. Un second prisme, placé comme le

premier, mais plus près de l'observateur, produirait précisément cet effet.

D'après ce peu de mots, tout le monde a déjà fait sans doute l'assimilation qui doit conduire au but vers lequel nous tendons. Les vagues de l'Océan sont des espèces de prismes; jamais une vague n'est unique; les vagues contiguës s'avancent à peu près dans des directions parallèles. Eh bien, quand deux vagues s'approchent d'un bâtiment, une portion de la lumière que la face antérieure de la seconde vague réfléchit, traverse la première, s'y réfracte de haut en bas, et arrive ainsi à l'observateur placé sur le pont. Voilà donc, de nouveau, de la lumière transmise, de la lumière conséquemment verdie, qui parvient à l'œil en même temps que les teintes bleuâtres ordinaires; voilà les phénomènes des hauts-fonds à sable blanc, engendrés sans hauts-fonds; voilà une mer verte par la prédominance de la couleur transmise sur la couleur réfléchie.

Nous n'avons tracé ici à la hâte des linéaments imparfaits d'une théorie des couleurs de la mer, qu'afin de diriger les navigateurs dans les études qu'ils auront l'occasion de faire à ce sujet. La recherche des circonstances qui pourraient mettre cette théorie en défaut, leur suggérera des expériences, ou du moins des observations auxquelles sans cela ils n'eussent probablement pas songé. Par exemple, tout le monde comprendra que les vagues-prismes ne devront pas produire des effets identiques, quel que soit le sens de leur propagation, et l'on s'attendra à trouver quelque variation dans la teinte de la mer quand le vent viendra à changer. Sur les lacs de la Suisse

le phénomène est manifeste ; en sera-t-il de même en pleine mer ?

Quelques personnes persistent à assigner un rôle important au bleu atmosphérique dans la production du bleu de l'Océan. Cette idée nous semble pouvoir être soumise à une épreuve décisive, et voici de quelle manière.

Les rayons bleus de l'atmosphère ne reviennent de l'eau à l'œil qu'après s'être régulièrement réfléchis. Si l'angle de réflexion est de 37°, ils sont polarisés. Une tourmaline pourra servir à les éliminer en totalité, et dès lors le bleu de la mer sera vu à part, sans aucun mélange étranger.

Pour se mettre, autant que possible, à l'abri des reflets dans l'étude des couleurs de l'Océan, de très-habiles navigateurs ont recommandé de viser toujours à travers le tuyau par lequel passe la tige du gouvernail. De là, les eaux offrent en quelques points de belles teintes violacées ; mais avec un peu d'attention on peut s'assurer que ces teintes n'ont rien de réel, qu'elles sont des effets de contraste, qu'elles résultent de la lumière atmosphérique faiblement réfléchie dans une direction presque perpendiculaire, et colorée par le voisinage des couleurs vertes transmises qu'on aperçoit toujours autour du gouvernail.

Soit que l'on veuille admettre et développer l'essai d'explication des couleurs de la mer qui vient d'être exposé, soit qu'on veuille le réfuter et le remplacer ensuite par un autre plus satisfaisant, il faudra commencer par chercher de quelle couleur est l'eau, quand on la voit par transmission à l'aide de la lumière diffuse. Ceux qui se rappellent la teinte éminemment verdâtre qu'a la

tranche d'un verre à vitre, même quand ce verre n'est éclairé que de face et perpendiculairement, sentiront toute la portée de la question. Voici, ce me semble, un moyen très-simple de la résoudre.

J'admettrai que l'observateur est muni d'un de ces larges prismes creux en glace, dont se servent les physiciens quand ils veulent étudier la réfraction des liquides. Pour fixer les idées, nous donnerons à l'angle réfringent une valeur de 45°; nous supposerons ensuite que le prisme soit plongé partiellement dans l'eau, de manière que l'arête de son angle réfringent soit en bas et horizontale, et que l'une des faces de cet angle, celle qui est tournée vers le large, soit verticale, d'où résultera comme conséquence nécessaire que l'autre face sera inclinée à l'horizon de 45°.

Dans cette disposition des objets, la lumière qui se meut horizontalement dans l'eau à quelques centimètres au-dessous de sa surface; celle qui forme sa *couleur de tranche,* si cette expréssion m'est permise, va frapper perpendiculairement la glace verticale du prisme; elle pénètre dans l'intérieur de cet instrument, traverse la petite quantité d'air qu'il renferme, atteint la seconde glace, et là se réfléchit verticalement de bas en haut. En regardant dans cette glace inclinée, l'observateur pourra donc juger de la couleur propre qu'a l'eau par réfraction, tout aussi bien que si son œil était dans le liquide. Sous cette forme, l'expérience est si simple, si facile; elle exigera si peu de temps, que nous avons osé prier l'Académie de recommander à nos voyageurs de la répéter aussi souvent qu'il leur sera possible, non-seulement dans

l'eau de mer, mais encore dans les lacs et dans les rivières. Quand la science se sera enrichie des résultats de toutes ces épreuves, on ne courra plus le risque de bâtir des théories que les faits démentiraient tôt ou tard.

Je n'ai sans doute pas besoin de faire remarquer qu'il sera utile que le prisme creux soit fermé dans sa partie supérieure par une glace en verre blanc et à faces parallèles. Cette glace empêchera qu'il se remplisse de liquide. L'appareil recevra d'ailleurs aisément de la main des artistes la forme d'un instrument usuel.

### § 14. — Trombes.

Pendant leurs fréquentes traversées, les membres de nos Commissions scientifiques passeront peut-être à distance de quelques trombes. Ce phénomène n'est pas rare dans la Méditerranée. Les trombes n'ont été jusqu'ici expliquées que très-imparfaitement. Il sera donc utile d'en donner la description la plus exacte et la plus détaillée possible. Il sera surtout important de rechercher si la pluie que la trombe projette au loin et dans tous les sens, est salée ou non.

## CHAPITRE IX

### SUR LES EXPÉDITIONS ENVOYÉES VERS LE PÔLE NORD

De nombreuses expéditions ont été envoyées vers le pôle Nord par les gouvernements anglais, russe, danois, américain, pour tenter d'atteindre le détroit de Behring

en débouchant par le détroit de Davis, et pour essayer d'ouvrir ainsi dans les régions arctiques une voie vers la côte septentrionale de l'Amérique.

Tout ce que le bois et le fer pouvaient ajouter à la force des bâtiments a été employé dans ces expéditions célèbres à la fois par les découvertes, les souffrances inouïes et les infortunes des courageux navigateurs qui ont affronté ce climat inhospitalier. Les équipages ont été uniquement composés de volontaires; ils jouissaient d'une double paie; des pilotes expérimentés et accoutumés aux mers boréales ont été choisis parmi les navigateurs qui, tous les ans, se livrent à la pêche de la baleine. Les provisions étaient assez abondantes pour qu'on pût hiverner au milieu des glaces ou sur les côtes de l'Amérique.

Ceux qui sont accoutumés à voir la mer où aboutit le détroit de Davis, figurer dans toutes les cartes géographiques, sous le nom de *baie* ou de *golfe de Baffin*, pourraient s'étonner qu'on ait choisi cette route pour tenter un voyage vers le pôle; mais il faut remarquer que la côte septentrionale de ce prétendu golfe n'a point été aperçue par des navigateurs qui néanmoins étaient parvenus à des latitudes aussi élevées que leur prédécesseur Baffin; d'ailleurs on a maintenant bien des raisons pour supposer que le Groenland n'est autre chose qu'une île ou un archipel totalement séparé de l'Amérique.

On sait d'abord qu'il y a dans le détroit de Davis un courant perpétuel dirigé du nord au sud, et qui se fait sentir tout aussi bien sur la côte orientale de l'Amérique que sur la rive occidentale du Groenland. Or, il serait difficile de concevoir qu'un courant dont la vitesse est

souvent de quatre et même de cinq milles anglais (une lieue un tiers ou une lieue deux tiers) à l'heure, et qui coule dans le même sens toute l'année, eût son origine au fond d'un golfe. Cet argument n'est pas le seul sur lequel s'appuient ceux qui maintiennent que la baie de Baffin communique directement avec les mers polaires. Le courant dont nous venons de parler entraîne avec lui, du nord au sud, d'immenses quantités de bois flottants analogues à ceux qui, charriés le long de la côte orientale du Groenland, vont quelquefois remplir toutes les baies septentrionales de l'Islande. Ces arbres n'ont certainement pas végété au delà du 70e degré, sur des terrains où l'on rencontre à peine quelques tiges isolées et rabougries de bouleau; les branches et l'écorce dont ils sont recouverts prouvent que naguère ils étaient encore attachés au sol : ne suffit-il pas d'ailleurs que les souches soient quelquefois rongées des vers pour qu'on ne puisse pas admettre qu'elles proviennent de climats aussi froids? Nous ajouterons que plusieurs fois on a rencontré, dans les mêmes parages, des solives flottantes qui portaient des traces évidentes de la cognée du bûcheron. Ces trains de bois sont ordinairement composés de sapins, de mélèzes, de bouleaux, de trembles, et d'autres arbres qui probablement ont été entraînés vers le bassin polaire par les rivières de l'Asie et de l'Amérique, et de là ramenés vers le sud par le courant boréal, dont une des branches passe entre l'Islande et le Groenland, et dont l'autre, suivant ce système, déboucherait par le détroit de Davis. En 1805, une baleine fut blessée, dans le détroit de Davis, par le capitaine Frenks, et tuée peu de temps

après, dans le voisinage du Spitzberg, par le fils du même navigateur, qui retrouva sur le corps de l'animal le harpon que son père lui avait lancé, et sur lequel son nom était gravé. La même année et dans les mêmes parages, le capitaine Sadler tua une baleine qui portait le harpon d'un esquimau. Or, comme il est rare de voir ces cétacés doubler le cap Farewell, on est naturellement porté à admettre que pour aller du détroit de Davis au Spitzberg, ils ont passé par la baie de Baffin, et de là dans le bassin polaire, par un canal situé entre le Groenland et l'Amérique.

L'existence bien avérée du courant rapide qui transporte, toute l'année, les eaux du bassin polaire dans l'océan Atlantique, semble exiger qu'un courant méridional vienne, dans quelque autre direction, remplir pour ainsi dire le déficit. Le détroit de Behring se présente comme son embouchure naturelle. Dans ce système, les eaux de la mer Pacifique seraient transportées, à travers ce détroit, du côté du pôle boréal, et de là, se dirigeant par une route plus ou moins directe vers l'océan Atlantique, viendraient former les courants qu'on a observés sur la côte orientale du Groenland et dans le détroit de Davis. Les eaux des deux mers se mêleraient ainsi vers le pôle arctique, comme elles le font dans une région tout opposée, à l'aide des courants bien connus qui circulent autour du cap Horn et de l'extrémité méridionale de l'Afrique.

Le capitaine Burney, l'un des compagnons de Cook, a maintenu dans un Mémoire lu à la Société royale de Londres, que la vieille Sibérie se joint à l'Amérique en

formant une baie profonde dont l'ouverture est dans le détroit de Behring. On se rappelle que Cook ne rencontra, au nord de ce détroit, que des courants peu rapides : c'est sur cela que s'est fondé surtout M. Burney pour nier toute communication directe entre la mer Pacifique et le bassin polaire. On a répondu à cela que la barrière de glace dont la mer est recouverte dans ces parages, et qui, à en juger par son élévation, plonge de 15 à 20 mètres, doit être considérée comme une digue qui amortit les mouvements à la surface; ce qui n'empêche pas l'eau, à une certaine profondeur, de couler avec une grande rapidité. Quelle route auraient suivie, dans le système de M. Burney, des baleines qui, portant sur leurs corps les harpons dont elles avaient été frappées près du Spitzberg, se sont montrées ensuite sur la côte nord-ouest de l'Amérique, dans le voisinage de Nootka-Sound, ou sur les rives septentrionales de la Corée? Supposerait-on qu'en se dirigeant vers le sud, elles avaient été doubler le cap Horn?

Après avoir rapporté les arguments qui, dans l'état actuel de nos connaissances, doivent faire croire à une communication libre et directe entre la mer Pacifique et le bassin polaire, il nous reste à examiner si les courageux et patients navigateurs qui continuent avec un dévouement remarquable à s'occuper de cette recherche, ont plus de chances de réussite que leurs prédécesseurs, et si l'on peut espérer que les circonstances favoriseront enfin des entreprises aussi hasardeuses.

C'est un fait bien connu que, depuis quatre cents ans, la côte orientale du Groenland était bloquée par une bar-

rière de glace immense, continue, impénétrable et dirigée vers le nord-est. A des époques reculées, la côte orientale du Groenland était annuellement abordable, et les Islandais y avaient fondé des colonies. Le sort des malheureux habitants de cette région tout à coup séparés du monde entier, a constamment excité la sollicitude du gouvernement danois. Des expéditions commandées par des officiers expérimentés essayaient vainement à maintes reprises de pénétrer jusqu'à la côte. L'immense barrière de glace leur présentait des obstacles insurmontables; mais cette barrière s'est rompue et a été entraînée par des courants, vers le midi. En 1817, M. Ocken, commandant du brick de Hambourg *l'Eleanora,* en dirigeant sa route à l'ouest, atteignit le Groenland par 72° de latitude, et le côtoya du sud au nord jusqu'au 80e degré sans rencontrer de glace. Les renseignements recueillis par le capitaine William Scoresby, confirment pleinement le rapport de M. Ocken. Cet intrépide navigateur a trouvé, en 1817, un espace de deux cents lieues carrées, compris entre les parallèles du 76e et du 80e degré, et d'où les glaces ont totalement disparu. Par la latitude de 74°, il aperçut très-distinctement la côte du Groenland sur laquelle on aurait pu facilement débarquer; il aborda, en revenant vers le sud, à l'île de Jean-Mayen, qui ordinairement était entourée de glaces, et y recueillit un certain nombre d'échantillons minéralogiques.

Toutes ces glaces ont été poussées vers le sud par les courants. En 1817, plusieurs navigateurs signalèrent en de nombreux endroits sur l'Océan, en se rendant à Halifax, des masses flottantes de quelques milles de tour,

et qui s'élevaient au-dessus de la surface des eaux de 40 mètres : elles furent aussi très-abondantes sur le banc de Terre-Neuve, et gênèrent beaucoup les travaux de la pêche. Le lieutenant Parry, et ce fait n'est pas le moins remarquable, rencontra, le 2 avril 1818, par une latitude de 4° 1/2 plus méridionale que celle de Paris, une île flottante qui s'élevait au-dessus des vagues de 50 mètres.

Le capitaine Beaufort rencontra, le 4 octobre de la même année, par une latitude de 46° 30′ nord, des montagnes de glace que les courants formaient vers le Sud.

Le sloop de guerre *The Fly*, vers la fin de mars passa entre deux grandes îles de glaces flottantes, par le 42° degré de latitude.

*La Grâce*, *Gaquet-Boot* de Halifax, commandé par le capitaine Vivian, étant parvenu le 28 mars à la latitude de 41° 50′ nord, et à 53° 13′ de longitude ouest de Paris, éprouva, pendant toute la journée, un vent du nord excessivement froid et qui fit présager l'approche des glaces. Effectivement, le lendemain on aperçut une multitude d'îles flottantes, dont quelques-unes s'élevaient de 70 à 80 mètres au-dessus de la surface des eaux, se mouvaient dans toutes sortes de directions, et occupaient un espace de plus de sept lieues.

M. William Dayment, master du brick *Ann de Poole*, quitta le port de Greenspond, à Terre-Neuve, dans la matinée du 19 janvier 1813, et, dès le soir, rencontra des îles flottantes. Le lendemain, au lever du soleil, le bâtiment était tellement pris dans les glaces, qu'on

n'apercevait aucune issue, même du haut des mâts. La glace, dans toute son étendue, s'élevait de 4 à 5 mètres au-dessus de la surface des eaux; elle se mouvait vers le sud-est, et elle entraîna le bâtiment dans cette même direction pendant 29 jours consécutifs. Le 17 février, le capitaine Dayment se trouvant alors à 300 milles à l'est du cap Race et par 44° 37′ de latitude nord, aperçut une issue vers le sud-est et parvint à se dégager. Depuis le 19 janvier jusqu'au 3 février le brick ne faisait guère que 4 milles (1 lieue un tiers) en un jour; mais, à partir du 3 février, et jusqu'au 17 du même mois, la vitesse était de près d'un mille par heure. M. Dayment rapporte qu'il a aperçu, pendant les 29 jours qu'a duré cette singulière navigation, plus de cent montagnes très-étendues formées de cette glace compacte et bleuâtre que les marins appellent glace de Groenland.

Dans son passage de Saint-Jean-de-Terre-Neuve en Écosse, le brick *Funchal* de Groeenock, rencontra, à deux reprises différentes, de grands champs de glace; d'abord, le 17 janvier 1818, à 15 milles environ du port qu'il venait de quitter, et ensuite le 20 du même mois, par 47° et demi de latitude. Le premier avait 8 milles (près de 3 lieues) de large; on n'en voyait pas la limite dans la direction du nord. Le second, également très-étendu, portait à son centre une immense montagne de glace (*an immense ice-berg*).

Nous terminerons ici cette énumération; elle suffit pour prouver que la dislocation des glaces a dû arriver en même temps sur une grande étendue des mers polaires; qu'elle continue encore. Les journaux ont annoncé que

quelques-unes de ces îles flottantes étaient descendues jusque vers les tropiques, en conservant néanmoins d'assez grandes dimensions, et qu'entre autres, on en avait rencontré près du canal de Bahama. Nous n'avons aucune raison pour révoquer le fait en doute ; mais nous nous sommes imposé la loi de ne rapporter, dans cette notice, que des exemples accompagnés de détails authentiques, et c'est un caractère qu'on ne saurait refuser à ceux qui précèdent ; car nous les avons pris dans une dissertation de M. Barrow, secrétaire de l'amirauté anglaise.

Le mouvement des glaces qu'on a observées depuis quelques années dans le voisinage du banc de Terre-Neuve, prouve qu'il existe sur la côte de Labrador un courant qui, dans toute saison, est dirigé du nord au sud. Ce résultat est confirmé d'ailleurs par le témoignage de tous les navigateurs, et entre autres par celui du capitaine Buchan, qui a stationné dans ces parages pendant cinq années consécutives. Il en résulte que le courant connu sous le nom de Gulf-Stream, et qui coule, du sud au nord, le long de la côte orientale des États-Unis, ne s'étend pas au delà de Terre-Neuve, et que ce n'est pas par cette voie que les productions des tropiques peuvent être transportées dans les mers polaires.

Parmi les nombreux exemples qu'on pourrait citer pour confirmer le fait que le Gulf-Stream, parvenu à Terre-Neuve, dévie vers l'est, et qu'après une seconde inflexion, il se dirige vers les côtes de France, d'Espagne, de Portugal et d'Afrique, nous choisirons les deux suivants.

Le 25 juin 1817, le capitaine de *la Catherine* de Londres se trouvant par 44° de latitude nord, et une longitude estimée de 16° 9′ à l'ouest de Paris, jeta dans la mer une bouteille bien scellée, dans laquelle il avait renfermé un billet : cette bouteille a été pêchée le 10 novembre suivant, au milieu de la baie de Carnata, dans le royaume de Galice.

En mai 1817, et précisément dans la même baie de Carnata, on a recueilli une seconde bouteille flottante contenant un billet adressé à M. John Williamson, shik de Georgie, et jetée à la mer par le capitaine W. Baugh, par 49° de latitude nord, et 45° 20′ de longitude occidentale, pendant son voyage à Liverpool, sur le bâtiment *Georgia*. Le billet n'était pas daté.

On devine combien de notions curieuses on acquerrait bientôt sur la direction et la vitesse des courants permanents qui traversent l'Océan dans différentes directions, si les navigateurs prenaient la peine de confier de temps à autre, aux flots de la mer, des bouteilles bien cachetées, et renfermant chacune l'indication précise du lieu et du jour où elles auraient été jetées. Il est probable, par exemple, que si cette pratique avait été en usage à bord de l'expédition de Cook, pendant qu'il explorait les côtes septentrionales de l'Asie et de l'Amérique, on ne disputerait plus maintenant sur la séparation de ces continents, et que l'on saurait si le droit de Behring n'est, comme le capitaine Burney le prétend, que l'entrée d'une baie profonde, ou s'il communique avec la mer qui baigne le pôle boréal.

Nous avons dit précédemment qu'il règne, en toute

saison, le long de la côte de Labrador, un courant dirigé du nord au sud, et dans lequel on trouve souvent des bois flottants qui n'ont pu végéter que sous les tropiques : il semble dès lors difficile de concevoir qu'ils aient atteint les mers polaires, autrement que par le détroit de Behring. Le gouverneur de l'établissement danois du Disco, situé sur la côte occidentale de Groenland, possède une table d'acajou faite avec un tronc qui fut pêché dans ces parages, au milieu du courant boréal dont nous venons de parler : on y recueillit en même temps un arbre de l'espèce connue sous le nom de *bois de campêche.* Si ces productions de l'isthme qui joint les deux Amériques provenaient du golfe du Mexique, le Gulf-Stream aurait pu les entraîner jusqu'à Terre-Neuve, et de là vers quelques points des côtes de France ou d'Espagne ; mais on ne saurait admettre qu'elles ont suivi la côte de Labrador, et remonté le courant rapide qui débouche par le détroit de Davis.

En 1786, l'amiral danois Lowenorn étant en vue de la côte orientale du Groenland, dans une latitude de 65° 11′, et par 35° 8′ de longitude à l'ouest de Paris, découvrit aussi un tronc d'acajou tellement grand, qu'il fallut le scier pour le hisser sur le bâtiment. Ce tronc était mangé des vers jusqu'à son centre ; circonstance sans laquelle, comme on sait, il n'aurait pu surnager. On le pêcha dans le courant dirigé du nord-est au sud-ouest, parallèlement à la côte du Groenland, qui amène, tous les ans, de si grandes quantités de bois flottants sur les rives septentrionales du Spitzberg, de l'île de Jean-Mayen, et de l'Islande. Ici, on n'aurait pas la ressource

de supposer que l'acajou a été charrié dans les mers polaires par des fleuves inconnus dont les embouchures seraient situées au nord de l'ancien et du nouveau continent, puisqu'on sait que cet arbre ne croît qu'en Amérique et près de l'équateur. Ajoutons que les autres espèces de bois flottants qui viennent remplir les baies du Spitzberg sont souvent perforées par des vers de mer (*sea worm*), qui ne vivent que dans les climats chauds.

Le système suivant lequel toutes ces productions des tropiques seraient parvenues dans le bassin polaire par le détroit de Behring, suppose qu'il existe dans l'océan Pacifique un courant dirigé du sud au nord, et dont le courant atlantique boréal qui débouche par le détroit de Davis, par le Spitzberg et la côte orientale du Groenland, serait, pour ainsi dire, le prolongement. Or, quoique les mers du Japon et du Kamtchatka aient été beaucoup moins fréquentées que l'océan Atlantique boréal, les navigateurs ont cependant recueilli quelques faits qui mettent l'existence d'un tel courant hors de toute contestation.

Chaque année, d'immenses quantités de bois flottants sont jetées sur les rives méridionales des îles dont se compose l'archipel Aleutien. On y remarque du mélèze, du sapin, du tremble, et d'autres arbres qui croissent en abondance, mais plus au sud, sur les deux côtes opposées de l'Asie et de l'Amérique. Le vrai bois de camphre (*the true camphor-vood*), production des climats chauds, mérite une mention particulière, puisqu'il montre que le mouvement des flots du sud au nord se fait sentir dans l'océan Pacifique, même très-près de l'équateur. Ce bois

ne s'arrête pas en totalité dans les baies méridionales des îles Aleutiennes. Des quantités fort considérables flottent dans les passages que ces îles laissent entre elles, et sont poussées jusqu'au delà du détroit de Behring. Pendant le dernier voyage de Cook, les équipages de *la Résolution* et de *la Découverte*, déjà parvenues au 70e degré de latitude, pêchaient journellement, dans la mer, le bois nécessaire à leur consommation. Le capitaine Clerke dit expressément, dans son journal, que ces bois faisaient un excellent feu, et n'étaient pas du tout imbibés d'eau (*it was not in the least water-soaked*); ce qui semble entraîner la conséquence qu'ils ne flottaient pas depuis un temps très-long, et que les arbres que le courant austral avait amenés dans ces parages, l'année précédente, s'étaient déjà fait jour jusqu'au bassin polaire.

Le courant nord-sud qui règne le long des côtes du Spitzberg et du Groenland est rapide et occupe un grand espace, tandis que le courant sud-nord que Cook a remarqué dans le détroit de Behring est resserré et n'excède pas un mille (un tiers de lieue) à l'heure. Cette dissemblance est le plus fort, et peut-être le seul argument qu'on puisse opposer à l'assimilation des deux courants. M. Barrow imagine que le déficit du bassin polaire est rempli à l'aide d'un courant qui, suivant lui, coule avec une grande rapidité au-dessous de la barrière de glace qu'on rencontre au nord du détroit de Behring; et pour montrer que cette idée n'a rien que de très-naturel, il fait remarquer que les montagnes de glace dont la base plonge considérablement dans l'eau, marchent quelquefois en sens contraire des vents

et des masses qui ne reposent, pour ainsi dire, que sur la surface des vagues. « Il est vraiment surprenant, dit le naturaliste Fabricius, qui a résidé pendant plusieurs années au Groenland, de voir la rapidité avec laquelle une montagne de glace se meut quelquefois contre le vent; mais il est clair que ceci dépend de ce que la base de la montagne étant plongée très-profondément dans l'eau, reçoit une grande impulsion d'un courant inférieur, tandis que le vent ne peut s'exercer que sur la portion bien moindre qui s'élève au-dessus de la surface de la mer. Les montagnes de glace ayant des profondeurs très-inégales, on concevra aussi aisément, comment il arrive parfois, que l'une d'elles suit la direction des courants déterminés à la surface par l'action du vent, tandis qu'une autre, toute voisine, se meut ou moins vite ou dans un sens opposé. »

Le capitaine baleinier William Scoresby a été assez heureux en 1822 pour aborder la côte orientale du Groenland. Après une navigation très-dangereuse, cet habile marin parvint d'abord à s'approcher assez du Groenland oriental pour en dresser une carte exacte, et plus tard (dans le mois de juin) il y aborda.

La portion de côte dont Scoresby a fait la reconnaissance, s'étend depuis le 69e jusqu'au 75e degré de latitude nord. Les formes et les positions des baies, des golfes, des caps, diffèrent tellement de tout ce qu'on trouvait même dans les cartes modernes les plus estimées, qu'on pourrait presque supposer que les géographes avaient jusqu'alors dessiné cette contrée au hasard.

Le Groenland est très-montueux : sur la côte, la hau-

teur moyenne des montagnes est d'environ 1,000 mètres. Les plus remarquables qu'on ait aperçus dans l'intérieur s'élèvent au moins à 2,000 mètres.

Le grand nombre de baies que Scoresby a trouvées, leur profondeur, les ramifications qu'elles paraissent avoir, lui font penser que le Groenland n'est qu'un grand archipel, et qu'on pourra se rendre de la mer du Nord dans la baie de Baffin, sans passer par le détroit de Davis. Cette conjecture repose aussi sur d'autres considérations. Si l'on aperçoit, dit Scoresby, un courant qui entraîne constamment des corps flottants dans une baie, et si rien n'en sort, on peut affirmer que cette baie communique avec la mer. Sans cela, l'eau qui s'y accumulerait empêcherait bientôt l'entrée du courant primitif, quelle que fût d'ailleurs sa force, et donnerait même lieu de temps en temps à un reflux, c'est-à-dire à un courant dirigé en sens contraire. Or, durant sa navigation le long de la côte orientale du Groenland, Scoresby a eu toujours à combattre des courants venant de l'est ou dirigés de la mer vers les baies.

Les échantillons minéralogiques que Scoresby a rapportés se composent de roches primitives, secondaires et de transition. Ces roches secondaires n'avaient pas été trouvées jusqu'ici par des latitudes aussi élevées. Il résulte aussi de l'examen auquel s'est livré M. Jamesson, savant professeur d'Edinburgh, que le genre de terrain au milieu duquel sont situées les principales mines de charbon d'Angleterre, et qu'on appelle *Great-coal formation*, existe dans le Groenland oriental.

Partout où il a pu débarquer, Scoresby a découvert

de nombreuses traces de la présence des hommes, consistant en huttes souterraines, ustensiles de pêche, fragments de traîneaux, etc. A côté des huttes existent en général des monticules de terre renfermant des squelettes humains; au cap Swainson (île Traill), on trouva des amas de cendre, dans le lieu même où le feu avait été allumé. Ces cendres devaient être peu anciennes : sans cela elles auraient été entraînées à l'époque de la fonte des neiges, ou dispersées par la tempête.

Quand les habitants de la côte orientale du Groenland veulent fendre des os très-durs, ou l'ivoire des lances des unicornes, ils percent sur ces corps une série de petits trous contigus. Ce genre de travail n'a jamais été exécuté par les Esquimaux. Scoresby en conclut que les habitants des îles qu'il a découvertes ont dû, à des époques plus ou moins reculées, avoir des communications avec d'autres peuples; mais ce qui lui semble particulièrement appuyer cette conjecture, c'est la découverte faite au cap Hope, d'une bière en bois dans un tombeau.

Dans le nombre de remarques scientifiques faites par Scoresby, nous rappellerons ici celles qui sont relatives au mirage. Les marins, comme on sait, appellent de ce nom un phénomène qui leur montre deux images, l'une directe, l'autre quelquefois renversée, des objets éloignés voisins de l'horizon. Le mirage a été principalement observé dans les climats chauds; c'est là que les conditions physiques propres à le produire semblaient devoir se trouver plus fréquemment réunies. Scoresby a prouvé qu'il n'est ni moins commun ni moins nuisible aux observations dans les mers glaciales. On

peut même ajouter qu'il s'y présente avec plus de variété. Il n'était pas sans exemple qu'on eût aperçu dans nos climats deux images extraordinaires au-dessus de l'image réelle; Scoresby en a vu jusqu'à trois : elles étaient toutes renversées. Une autre fois, des deux images comme suspendues en l'air qu'on apercevait au-dessus d'un bâtiment baleinier, la moins élevée seulement paraissait à l'envers; l'autre était dans la position naturelle. Ajoutons enfin, pour terminer, que dans un troisième cas l'image aérienne avait une netteté si grande, des contours si bien définis, des teintes si peu altérées, qu'on y reconnut parfaitement *le Fame*, bâtiment baleinier situé, au moment de l'observation, bien au delà des limites de l'horizon visible.

Il résulte indubitablement de tous les faits que nous venons de rapporter, que les glaces des mers boréales ont éprouvé récemment, par des causes inconnues, une débâcle considérable, et qu'il est permis maintenant plus que jamais de concevoir l'espérance d'atteindre le pôle arctique. Il sera seulement nécessaire que les commandants des expéditions nouvelles envoyées vers ces régions dangereuses, évitent autant que possible les détroits resserrés et le voisinage des côtes; car c'est là principalement que les obstacles se multiplient. En 1817, *le Neptune* d'Aberdeen, après s'être élevé, au nord du Spitzberg, jusqu'à une latitude de 83° 20′, la plus considérable peut-être où l'homme soit jamais parvenu, rencontra néanmoins une mer ouverte et sans glace.

Ces considérations doivent suffire pour faire comprendre tout l'intérêt des expéditions successivement

envoyées depuis 1818 dans les régions arctiques, déjà célèbres par les explorations faites dans les trois siècles précédents par les frères Cabot, Cortéréal, Jacques Cartier, Forbisher, Davis, Hudson, Jean Munck, Baffin, Behring, Cook, Malaspina, Vancouver, Lapeyrouse, dont les noms rappellent ou d'importantes découvertes géographiques ou des infortunes lamentables qui ont été comme un triste attrait pour l'intrépidité des voyageurs du XIXe siècle.

Nous avons consacré un rapport aux hardies entreprises du baleinier William Scoresby pour aborder le Groenland après la remarquable débâcle de glace dont l'origine peut être fixée de 1815 à 1817. Ce célèbre marin eut la douleur de ne pas faire partie des expéditions qu'il avait conseillé à l'amirauté anglaise d'entreprendre pour chercher le passage vers le pôle. Quatre navires partirent en avril 1818, deux montés par John Ross et Édouard Parry, pour la baie de Baffin par le détroit de Davis, et deux autres confiés à David Buchan et John Franklin vers la mer Glaciale par le détroit de Behring.

Le retour de cette double expédition eut lieu à la fin de l'année sans avoir produit de résultats nouveaux. Ce n'était en quelque sorte qu'un coup d'essai. En mai 1819, sir John Franklin repartit pour la baie d'Hudson, hiverna durant trois ans au milieu des glaces, sur les rivages de l'océan Arctique, et ne revint qu'en 1822. Pendant ce temps, Édouard Parry accomplissait deux voyages, l'un de 1819 à 1820 pendant lequel il hiverna à l'île Melville et découvrit les détroits du Prince-Régent et de

Barrow, l'autre de 1821 à 1823 dans la baie d'Hudson jusqu'au nord de la presqu'île Melville.

De 1825 à 1827, Franklin explora les pays des Indiens et des Esquimaux, et descendit le fleuve Mackensie; Beechey franchit le détroit de Behring, et par deux fois Parry chercha à s'élever jusqu'au pôle nord.

De 1829 à 1833, sir John Ross aborda un instant le Groenland, séjourna durant quatre hivers parmi les Esquimaux et découvrit le pôle magnétique.

De 1833 à 1835, le capitaine Back explora les déserts arctiques et compléta nos connaissances géographiques sur la partie nord du continent américain.

En 1838 et 1839, MM. Lottin, Bravais et Charles Martins séjournèrent avec la corvette *la Recherche* au Spitzberg, aux îles Feroe, en Norvége, et hivernèrent à Bossekop, en Laponie, sous le 70ᵉ degré de latitude, depuis le 1ᵉʳ septembre 1838 jusqu'au 30 avril 1839.

En 1839, MM. Dease et Simpson, employés supérieurs de la compagnie de la baie d'Hudson, relevèrent les côtes de la région explorée par Back, et découvrirent la Terre Victoria.

En 1846, le docteur Roe exécuta une entreprise analogue sur les côtes du golfe de Boothia.

Les recherches des navigateurs, après toutes ces tentatives, avaient fait connaître qu'il fallait désormais chercher le passage le plus direct à travers les îles, et les glaces de la mer Polaire entre le détroit de Behring et le détroit de Barrow. Sir John Franklin voulut résoudre la question ainsi limitée. Il partit en mai 1845 avec *l'Erèbe* et *la Terreur*, navires construits spécialement pour la

navigation des mers glaciales et qui portaient des vivres et des munitions de toute espèce pour trois années. Les dernières nouvelles qu'on en ait reçues sont du 26 juillet 1845, époque à laquelle *l'Erèbe* et *la Terreur* se trouvaient dans le haut de la baie de Baffin par 74° 48′ de latitude et 70° 33′ de longitude à l'ouest de Paris. On doit craindre que l'illustre amiral et ses compagnons n'aient payé de leur vie leur dévouement à la science. Cet événement, comme celui de la malheureuse fin de Lapeyrouse, marquera dans l'histoire des voyages une époque à la fois triste et glorieuse : jamais la destinée d'hommes perdus au milieu des glaces n'a excité autant de compassion et provoqué autant de recherches jusqu'ici malheureusement infructueuses. Lady Franklin a dépensé toute sa fortune pour équiper plusieurs expéditions ; des souscriptions publiques sont venues offrir les offrandes de tous à sa piété, et des marins de toutes les nations ont voulu concourir à une recherche considérée comme une dette sacrée envers de glorieuses victimes du besoin immense de savoir qui tourmente l'humanité.

En 1848, trois expéditions furent envoyées à la recherche de Franklin; elles n'eurent aucun résultat. Depuis 1850, des navires anglais, américains, russes, n'ont pas cessé de croiser dans les mers polaires, et d'envoyer de nombreux détachements explorer toutes les terres arctiques. De nouvelles découvertes géographiques ont été la récompense de ces efforts, mais on n'a pu retrouver que des traces incertaines de Franklin et de ses compagnons. De nouveaux lauriers ont été cueillis, de nouvelles illustrations ont été léguées à la postérité; les noms de John et

de James Ross, du docteur Richardson, de Mac Clure, et je suis heureux d'ajouter celui d'un officier français, le lieutenant Bellot, rappellent des dévouements nouveaux et des découvertes importantes.

Quels que soient du reste les résultats de tels voyages, sous le rapport des découvertes géographiques et de l'accomplissement d'un devoir d'humanité, je ne dois pas manquer de rappeler aux navigateurs qu'ils ont de nombreuses questions importantes à résoudre sur les phénomènes de la pesanteur, les courants sous-marins, les soulèvements géologiques, l'intensité des forces magnétiques, l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée dans le voisinage des points où les géomètres ont placé un des centres d'action de notre globe; j'ajouterai encore que les réfractions, les aurores boréales, les phénomènes météorologiques, etc., leur offriront les plus vastes et les plus intéressants sujets de recherches.

# VOYAGE DE L'URANIE[1]

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

L'Académie nous a chargés, MM. de Humboldt, Cuvier, Desfontaines, de Rossel, Biot, Thenard, Gay-Lussac et moi, de lui faire un rapport sur l'ensemble des travaux exécutés pendant le voyage de *l'Uranie* autour du monde, sous le commandement de M. le capitaine Freycinet. Nous allons nous acquitter aujourd'hui de ce devoir, en entrant dans des détails qui paraissent également exigés par l'importance et par la variété des résultats que nous avons eu à examiner.

Le but principal de l'expédition commandée par M. de Freycinet était la recherche de la figure du globe et celle des éléments du magnétisme terrestre; plusieurs questions de météorologie avaient aussi été indiquées par l'Académie comme très-dignes d'attention. Quoique la géographie ne dût être, dans ce voyage, qu'un objet secondaire, il était naturel de penser que des officiers expérimentés, pleins de zèle et munis de bons instruments, ne feraient

1. Rapport fait à l'Académie des Sciences, le lundi 23 avril 1821, sur le Voyage autour du Monde de la corvette *l'Uranie*, commandée par M. de Freycinet.

pas le tour du globe sans ajouter quelques précieux résultats aux tables de longitude et de latitude; en partant sans embarquer un naturaliste de profession, nos navigateurs avaient contracté l'obligation sinon d'étudier, du moins de recueillir pour les musées tous les échantillons des trois règnes qui paraîtraient offrir quelque intérêt; on devait attendre en outre, du dessinateur que le gouvernement avait attaché à l'expédition, qu'il représenterait fidèlement avec le crayon, la plume ou le pinceau, ceux de ces échantillons que leur fragilité ou leur volume ne permettrait pas de transporter, et qu'il figurerait avec soin ces vues de côtes qui, outre l'avantage de fournir aux navigateurs d'utiles indications, forment aussi parfois d'agréables paysages : il était enfin naturel d'espérer que M. de Freycinet et ses collaborateurs ajouteraient quelques nouvelles particularités à l'histoire des peuples sauvages.

Les manuscrits de l'expédition, qui ont été déposés au secrétariat de l'Académie, forment trente et un volumes in-4°. Nous en avons examiné toutes les parties avec le plus grand soin; mais n'ayant pu, faute de temps, calculer la totalité des observations, nous serons réduits sur beaucoup de points à présenter, pour ainsi dire, le simple catalogue des richesses que M. de Freycinet nous apporte. Pour procéder avec ordre, nous réunirons dans des chapitres distincts tout ce qui est relatif à chaque genre particulier d'observations.

## CHAPITRE II

### ITINÉRAIRE DU VOYAGE

L'expédition fit voile de Toulon le 17 septembre 1817; elle arriva à Gibraltar le 11 octobre, et en partit le 15 pour Ténériffe, où elle séjourna du 22 au 28 du même mois. *L'Uranie* jeta l'ancre à Rio-Janeiro le 6 décembre. Cette ville ayant paru une station convenablement placée, tant pour les observations du pendule que pour celles des boussoles, M. de Freycinet y séjourna près de deux mois. La relâche suivante, celle du cap de Bonne-Espérance, dura du 7 mars au 5 avril 1818, et fut employée à des travaux analogues, d'autant plus importants, qu'ils pourront être directement comparés à ceux de Lacaille. Cette même considération donnera aussi de l'intérêt aux observations de l'Ile-de-France, où *l'Uranie* aborda le 5 mai 1818, et qu'elle ne quitta que le 16 juillet. Après avoir séjourné fort peu de temps à l'Ile-de-Bourbon, M. de Freycinet fit voile, le 2 août, pour la baie des Chiens-Marins, qu'il avait déjà visitée dans son premier voyage avec le capitaine Baudin. Il y arriva le 12 septembre, et en partit le 26 pour Coupang, chef-lieu des établissements hollandais dans l'île de Timor. On verra plus bas l'énumération des observations de divers genres faites dans ce port depuis le 9 octobre 1818 jusqu'au 23 du même mois, jour du départ de l'expédition pour Dicly, où réside, au nord de l'île, le gouverneur de la possession portugaise.

En quittant Dicly le 22 novembre, *l'Uranie* se dirigea vers la petite île de Rawak, située près de Waigiou (Nou-

velle-Guinée), presque exactement sous l'équateur; elle y séjourna depuis le 16 décembre 1818 jusqu'au 5 janvier 1819. La relâche suivante eut lieu aux Mariannes, et fut de près de trois mois, tant à raison de l'importance des opérations qu'on exécuta dans ces îles, que parce qu'il fallut renouveler les provisions, et laisser aux malades, qui étaient alors en assez grand nombre, le temps de se rétablir. Le 5 avril 1819, *l'Uranie* fit voile de Guham; elle jeta l'ancre à Owhyhée, la plus considérable des îles Sandwich le 8 août; le 16, elle visita Mowi; le 26, elle aborda Woahou, et quitta définitivement cet archipel le 30 août pour le port Jackson, où l'on devait radouber le bâtiment et faire les observations ordinaires relatives à la pesanteur et au magnétisme. L'expédition partit, le 25 décembre 1819, de la Nouvelle-Galles du Sud pour la Terre-de-Feu; mais à peine avait-on jeté l'ancre dans la baie du Bon-Succès le 7 février 1820, qu'un ouragan furieux força de couper subitement le câble et de se laisser aller à sec de voiles pendant deux jours consécutifs. Lorsque la tempête fut apaisée, il restait à choisir, vu l'importance des observations du pendule dans les hautes latitudes australes, entre le retour à la Terre-de-Feu, dont on était déjà assez éloigné, et une relâche aux îles Malouines: c'est ce dernier parti qu'adopta M. de Freycinet. L'Académie a entendu de la bouche de cet habile officier tous les détails relatifs au naufrage de *l'Uranie* qui eut lieu dans la baie Française, le 13 février 1820, et au séjour de l'équipage sur cette terre déserte : il nous suffira conséquemment de dire que l'expédition quitta les Malouines le 27 avril 1820, sur un bâtiment améri-

cain que le hasard avait amené dans ces parages et dont M. de Freycinet fit l'acquisition ; qu'elle relâcha d'abord à Montevideo ; que, le 7 avril, après un séjour d'un mois dans la rivière de la Plata, *la Physicienne*, c'était le nom qu'on avait donné au nouveau bâtiment, fit voile pour Rio-Janeiro, et qu'elle y aborda le 19. Pendant un séjour de trois mois, nos navigateurs répétèrent à Rio les observations de divers genres qu'ils y avaient faites dans leur premier passage. Enfin, le 13 septembre 1820, *la Physicienne* quitta le Brésil ; le mauvais temps la força, le 10 novembre, de relâcher à Cherbourg ; le 12, elle quitta ce port, et arriva, le 13, au Havre, où elle a été désarmée. La durée du voyage a donc été de trois ans et près de deux mois ; la longueur totale de la route que l'expédition a parcourue se monte à environ 26,200 lieues de 4 kilomètres.

## CHAPITRE III

### OBSERVATIONS DU PENDULE

La figure de la Terre peut également se déduire de la comparaison du nombre d'oscillations que fait en vingt-quatre heures un même pendule de longueur invariable dans des lieux situés sous diverses latitudes, et de la comparaison des longueurs différentes que doit avoir un pendule simple pour exécuter dans tous ces lieux le même nombre d'oscillations en un temps donné. Ces méthodes exigent, l'une et l'autre, qu'on détermine dans chaque station quel nombre d'oscillations y fait, en un jour moyen ou sidéral, le pendule dont on se sert : elles diffèrent seu-

lement en ce point, que, dans la première, il est indis pensable que l'appareil oscillant n'éprouve jamais d'alté ration ni dans sa forme, ni dans ses dimensions, tandi que, lorsqu'on suit la seconde, cette invariabilité n'es pas nécessaire, puisqu'on mesure la longueur après cha que observation. Cette dernière partie de l'expérience es fort délicate, et exige un établissement particulier qu'on se serait difficilement procuré sur les côtes désertes oi M. de Freycinet devait aborder. Tel est le motif qui dé- termina ce navigateur à se borner à l'emploi du pendule invariable ; on décida toutefois que l'expédition emporterait deux de ces instruments, et que leur construction serait confiée à M. Fortin.

Chacun des deux pendules que fournit d'abord cet ha- bile artiste est formé d'un cylindre de cuivre au bout duquel est une lentille lourde de même métal, qui fait corps avec lui, puisque le cylindre et la lentille ont été fondus d'un seul coup ; à l'autre extrémité du cylindre est invariable- ment attaché le couteau affilé d'acier destiné à supporter le pendule : pendant les expériences, le couteau repose sur un plan d'agate parfaitement dressé.

La forme et le diamètre qu'on avait donnés aux tiges de ces deux pendules ; les soins apportés dans la construc- tion des caisses et dans l'emballage, permettaient d'espérer qu'ils n'éprouveraient, durant le voyage, aucune flexion appréciable. Peut-être pouvait-on craindre que la grosseur du cylindre ne rendît un peu délicate l'évaluation de sa température ; quoiqu'une telle cause d'erreur soit dans la classe de celles dont un observateur attentif peut aisément apprécier l'influence, puisqu'il est le maître de la ren

fermer entre des limites très-resserrées; ce soupçon, néanmoins, s'était à peine présenté, qu'on ordonna la construction d'un nouveau pendule invariable à tige plate; notre confrère M. Bréguet, qui déjà avait gratuitement confié un de ses chronomètres à M. de Freycinet, voulut y joindre encore un pendule particulier, exécuté sous sa direction et à ses frais, d'où il est résulté que nos voyageurs ont eu à leur disposition quatre pendules invariables, savoir : deux pendules de cuivre à tige cylindrique, qui ont toujours été désignés dans les registres par les n[os] 1 et 3; un pendule de même métal, mais à tige plate, construit aussi par Fortin : il porte le n° 2; enfin, le pendule n° 4 de M. Bréguet, qui a une tige en bois verni, une lentille plate et très-lourde en cuivre, et un couteau d'un alliage particulier fort dur et peu susceptible d'oxydation.

Avant le départ de l'expédition, ces quatre instruments avaient été observés à Paris, en 1817, par MM. de Freycinet, Lamarche, Mathieu et l'un de nous (M. Arago). On s'était ainsi procuré un terme de comparaison pour toutes les observations analogues qui devaient être faites dans les deux hémisphères; et, ce qui n'était pas moins indispensable, le moyen de reconnaître, au retour, si, durant le voyage, les tiges ou les couteaux avaient éprouvé des altérations appréciables. Tel est effectivement l'objet des observations que fait maintenant à Paris, M. de Freycinet, et dont il ne tardera pas, sans doute, à rendre compte à l'Académie.

Il serait aussi long qu'inutile de décrire ici la marche qu'on a suivie dans ces premières expériences, et à laquelle M. de Freycinet s'est conformé dans tous les lieux

de relâche; il nous suffira de dire qu'on ne pouvait pas adopter la méthode des coïncidences dont Borda et tant d'autres observateurs, après lui, ont tiré un si heureux parti, puisque nos navigateurs n'emportaient pas d'horloge; et d'ajouter qu'en admettant la bonté du chronomètre, le nouveau procédé, comme l'expérience l'a prouvé, le cède à peine à l'ancien en exactitude. Il eût été facile, à Paris, de découvrir les plus petites irrégularités dans la marche de notre montre, par les comparaisons répétées qu'on en faisait avec la pendule sidérale de l'Observatoire. Un tel moyen de vérification devant manquer partout ailleurs, M. de Freycinet s'est astreint à comparer sept à huit fois par jour le chronomètre n° 72, qui, dès l'origine avait été destiné aux observations du pendule, à trois autres chronomètres de Louis Berthoud et à celui de M. Bréguet; on serait dès lors en mesure de tirer parti des observations, quand même la marche du garde-temps n° 72, aurait été quelquefois un peu irrégulière.

Pour s'assurer que le trépied en fer qu'emportait M. de Freycinet, et sur lequel devait reposer l'appareil durant l'expérience, avait toute la solidité convenable, on suspendit successivement un des pendules à ce trépied et à un support épais en fer forgé, fixé sur deux fortes traverses de même métal scellées avec soin dans un des murs de l'Observatoire, et fortifiées encore par deux arcs-boutants. Le nombre d'oscillations du pendule en vingt-quatre heures était exactement le même dans les deux cas. Ceux qui ont été témoins des curieuses expériences faites récemment par notre confrère M. Bréguet, sur les influences que deux horloges appuyées au même mur

exercent l'une sur l'autre, ne considéreront pas la vérification dont nous venons de parler comme superflue.

Les angles horaires destinés à régler la marche du chronomètre n° 72, ont été pris quelquefois avec des instruments à réflexion, le plus souvent à l'aide d'un cercle répétiteur astronomique; nous ajouterons enfin que partout on a déterminé la température avec les mêmes thermomètres, et qu'il ne pourra y avoir conséquemment aucune incertitude sur les corrections qui en dépendent, puisque avant le départ on avait soigneusement comparé ces instruments avec ceux de l'Observatoire de Paris.

Rio-Janeiro est le premier lieu de relâche où le capitaine de Freycinet ait séjourné assez longtemps pour établir les appareils du pendule. En janvier 1818, il observa dans cette ville le pendule n° 1, à tige cylindrique de cuivre, et le pendule n° 2 à tige plate; à son second passage à Rio, en août 1820, il y a fait successivement osciller les quatre pendules.

Au Cap de Bonne-Espérance, où Lacaille avait déjà mesuré le pendule absolu en 1752, M. de Freycinet a déterminé le nombre d'oscillations de ses quatre pendules invariables. Le calcul que l'un de nous a fait de ses observations, nous permet d'annoncer qu'elles ne confirment pas la conséquence qu'on avait déduite des opérations de Lacaille sur la dissemblance des deux hémisphères.

Les observations des trois pendules en cuivre qui ont été faites à l'Ile-de-France, et surtout celles du port Jackson, fourniront aussi sur cette question des données précieuses. Ces dernières, comparées aux observations faites au Cap, presque sous la même latitude, mais à

134° de différence en longitude, nous apprendront, autant du moins que ce genre d'observations le comporte, si dans l'hémisphère austral, les parallèles ont un aplatissement sensible.

Les opérations de M. de Freycinet auraient été imparfaites s'il n'avait pas déterminé sous l'équateur même, ou du moins très-près de cette ligne, le nombre d'oscillations de ses pendules. C'est à Rawak, petite île dépendante de la Nouvelle-Guinée et située par 1′ 1/2 seulement de latitude sud, qu'ont été faites les observations des quatre pendules invariables auxquelles toutes les observations analogues devront être comparées, lorsqu'on voudra calculer la valeur de l'aplatissement des deux hémisphères.

Cet aplatissement, soit qu'on le tire des longueurs différentes du pendule absolu, soit qu'on le déduise du nombre d'oscillations qu'exécute en vingt-quatre heures un même pendule de longueur invariable dans divers lieux, est déterminé avec d'autant plus de précision, que ces lieux sont plus éloignés en latitude. On devine d'après cela tout le prix qu'auraient eu, dans cette recherche, des observations faites au cap Horn, dont la latitude australe est de 55° 59′. Malheureusement, comme on l'a vu, une violente tempête ne permit pas à l'expédition d'y séjourner. Les observations des îles Malouines auraient pu remplacer celles du cap Horn; mais devait-on espérer qu'à la suite d'un naufrage, jetés sur une île entièrement déserte, forcés de pourvoir, par la chasse, à la nourriture de cent vingt personnes, occupés de préparer en toute hâte la chaloupe sur laquelle devaient s'embarquer ceux qui, malgré tous les hasards de l'entreprise, s'étaient

présentés en foule pour aller en Amérique réclamer de prompts secours, nos navigateurs auraient assez de temps et de tranquillité d'esprit pour compter minutieusement, durant des journées entières, les oscillations de leurs pendules? Nous ajouterons d'ailleurs que, pendant le séjour de l'expédition dans la baie Française, on n'obtint que de loin en loin les angles horaires destinés à régler la marche des montres, le Soleil ayant été presque continuellement caché par d'épais brouillards le matin et le soir. Dans une telle réunion de circonstances, faudra-t-il beaucoup compter sur les résultats de l'unique série d'observations du pendule que M. de Freycinet nous rapporte des Malouines?

Durant sa longue navigation, *l'Uranie* s'est presque constamment maintenue au sud de l'équateur; ses seules relâches dans notre hémisphère ont été celles des Mariannes et des îles Sandwich. A Guham, la principale des Mariannes, M. de Freycinet a observé les quatre pendules; à Mowi, le pendule n° 1 seulement.

Il nous reste, pour terminer ce chapitre du rapport, à faire connaître les officiers qui ont participé aux observations du pendule : M. de Freycinet a constamment dirigé en personne le travail, et s'est aussi toujours chargé lui-même de placer et de rectifier les appareils. Nous avons, en outre, remarqué avec plaisir, puisque c'est une garantie de leur exactitude, qu'il n'y a pas eu, dans tout le voyage, une seule série d'observations de ce genre à laquelle il n'ait pris la plus grande part. Nous citerons ensuite M. Lamarche, commandant en second et officier d'un rare mérite; M. Duperrey, dont le nom figurera

honorablement dans plusieurs autres paragraphes de ce rapport; M. Fabré, élève de la marine de première classe; M. Labiche, que nous devrions peut-être nous abstenir de nommer pour ne pas réveiller les regrets que sa mort prématurée a inspirés à tous ses compagnons; M. Bérard, frère de l'habile chimiste que l'Académie a couronné pour la seconde fois dans sa dernière séance publique; M. Guérin, élève de la marine; M. Laborde, le premier officier qui ait succombé aux fatigues de la campagne; M. Pellion, qui a enrichi le portefeuille de l'expédition d'un grand nombre de jolis dessins; et MM. les élèves de première classe, Railliard, Ferrand et Dubaut.

## CHAPITRE IV

### MAGNÉTISME

Après les observations relatives à la détermination de la figure du globe, rien ne pouvait intéresser davantage les physiciens que la recherche des lois des phénomènes magnétiques; malheureusement cette question paraît être extrêmement compliquée.

On sait, sans qu'on en connaisse la cause, que la déclinaison de l'aiguille aimantée éprouve, dans chaque lieu de la Terre, des altérations annuelles très-sensibles, et dont l'étude est d'autant plus importante, qu'il serait impossible sans cela de réduire à une époque commune, et de rendre comparables les mesures faites dans différentes années. Les nombreuses observations recueillies par l'expédition fourniront aux géomètres qui s'occu-

peront de ces recherches des données très-précieuses.

Il sera bon, toutefois, d'établir ici deux classes distinctes dans le travail de M. de Freycinet : la première renfermera les observations des lieux de relâche ; dans la seconde seront comprises les observations faites à la voile.

Les premières, et surtout les mesures très-délicates d'inclinaison, nous paraissent pouvoir être placées sur la ligne de tout ce qui a été publié de plus parfait, non-seulement par les navigateurs, mais encore par les physiciens sédentaires qui ont pu choisir le temps et les circonstances les plus favorables à leurs observations. Nous transcrirons ici, comme preuve de cette assertion, les inclinaisons mesurées à la petite île de Rawak, avec cinq aiguilles différentes : on verra que les discordances extrêmes s'élèvent à peine à 7 minutes.

| | Inclinaisons. |
|---|---|
| Aiguille n° 1 de Lenoir............. | 14° 23′ |
| Aiguille n° 0 de Lenoir............. | 14 30 |
| Aiguille n° 3 de Bréguet............ | 14 29 |
| Aiguille n° 2 de Bréguet............ | 14 26 |
| Aiguille de Richer............. | 14 29 |

Nos navigateurs ont mesuré à terre les déclinaisons de l'aiguille aimantée, avec de bons instruments et d'après les meilleures méthodes. Les observations azimuthales, destinées à faire connaître le gisement de la mire, ont été faites sur plusieurs points avec le théodolite, dans d'autres avec les cercles répétiteurs astronomiques ou à réflexion ; quelquefois par le concours de ces trois méthodes à la fois. A Rawak, par exemple, on

ne trouve pas moins de quarante-quatre séries distinctes d'observations azimuthales.

Malgré tous ces soins, les déclinaisons pourraient être affectées d'une erreur constante dépendante du défaut de parallélisme entre l'axe optique de la lunette et la ligne marquée nord-sud sur le cercle gradué. M. de Freycinet, qui, pendant le voyage, et par un oubli de l'artiste, n'avait pour cet objet aucun moyen de rectification, a fait, depuis son retour, conjointement avec l'un de nous, les vérifications nécessaires : il en est résulté que toutes les déclinaisons déterminées à terre ont besoin d'une petite correction de 7 minutes.

Les observations relatives à l'intensité des forces magnétiques ont été faites, pendant chaque relâche, avec plusieurs aiguilles. Avant d'annoncer à l'Académie ce qu'on devait attendre de cette partie du travail de M. de Freycinet, il nous a paru indispensable de comparer la charge de magnétisme que conservent les aiguilles horizontales qui ont été le plus souvent et le plus longuement observées, à celle qu'on leur avait communiquée il y a quatre ans, au départ de l'expédition. Voici quels ont été les résultats :

Une aiguille, qui avait appartenu à M. Coulomb, faisait, dans le jardin de l'Observatoire, en 1817, avant le départ de M. Freycinet, 100 oscillations en 16$^{m}$ 53$^{s}$; elle en fait maintenant trois de moins dans le même temps.

Une seconde aiguille d'acier, construite par M. Fortin, employait, il y a quatre ans, 17$^{m}$ 3$^{s}$ à faire 100 oscillations; elle n'en fait maintenant, dans le même temps,

que 98 ; la perte de magnétisme a donc été assez légère sur ces deux aiguilles pour qu'on puisse espérer de calculer avec une exactitude suffisante les corrections qu'il faudra appliquer aux diverses observations d'intensité.

Ces observations d'inclinaison et d'intensité à terre appartiennent presque toutes à M. de Freycinet lui-même. Les officiers qui ont été le plus fréquemment associés à son travail sont : MM. Lamarche, Duperrey, Labiche, Bérard, Pellion et Fabré.

M. John Macdonald avait fait insérer, il y a quelques années, dans les *Transactions philosophiques*, deux séries d'observations de variations diurnes de l'aiguille aimantée faites, en 1794, 1795 et 1796, au fort Marlborough de Sumatra et à Sainte-Hélène. Il ne paraît pas que, depuis cette époque, les navigateurs qui ont parcouru les régions équinoxiales aient donné aucune attention à ce phénomène si singulier. Les observations de ce genre, que M. de Freycinet nous rapporte, seront conséquemment pour la science une très-précieuse acquisition.

Le travail de M. Macdonald conduisait à deux conséquences importantes : l'une, que tous les physiciens paraissent avoir adoptée, est que les variations diurnes entre les tropiques ont sensiblement moins d'étendue qu'en Europe ; l'autre, à laquelle on a fait moins d'attention, consiste en ce que, aux mêmes heures où, dans nos climats, l'extrémité nord de l'aiguille marche à l'ouest, le mouvement, au fort Marlborough et à Sainte-Hélène, qui sont situés au sud de l'équateur, s'exécute en sens contraire, ou vers l'est.

M. Macdonald n'a tiré de sa remarque aucune con-

clusion générale ; il suppose même que le sens des variations diurnes est lié à celui des déclinaisons, puisqu'il se hasarde à prédire que dans l'Inde, par exemple, si la déclinaison absolue est orientale, l'aiguille, du matin au soir, marchera dans un certain sens ; et qu'aux mêmes heures on apercevra un mouvement directement contraire, si la déclinaison absolue est occidentale. Les observations de M. de Freycinet ne paraissent pas devoir confirmer ces conjectures.

Nous avons trouvé, en effet, dans les registres de l'expédition, six séries d'observations de variations diurnes ; elles ont été faites à l'Ile-de-France, à Timor, à Rawak, à Guham, à Mowi et au port Jackson. Aux îles Mariannes et aux îles Sandwich, situées dans l'hémisphère boréal, la pointe nord de l'aiguille marche vers l'ouest, comme en Europe, depuis huit heures du matin jusqu'à une heure après midi, quoique la déclinaison absolue de la boussole y soit orientale ; aux stations de Timor, de Rawack et du port Jackson, situées au sud de l'équateur, la pointe nord de l'aiguille marchait, pendant toute la matinée, en sens opposé, ou vers l'est ; remarquons qu'à Timor l'aiguille décline vers l'ouest, tandis qu'à Rawack et au port Jackson, au contraire, sa déviation relativement au méridien est orientale.

On voit donc que les observations faites au nord de la ligne concordent avec celles d'Europe, et que celles de l'hémisphère austral présentent, comme les observations déjà citées de Macdonald, un mouvement diamétralement opposé. L'Ile-de-France ferait seule exception à cette règle ; mais, pour que l'anomalie disparaisse, il suffit

d'admettre que la note qui accompagne les observations se rapporte non à la position directe de la mire, mais à la position renversée, telle que l'apercevait l'observateur en voyant au travers de la lunette magnétique ; cette explication est d'autant plus naturelle que la forme de la mire à l'Ile-de-France rendait la méprise très-facile. Quoi qu'il en soit, tout doute disparaîtra à ce sujet par la comparaison qu'on pourra faire des observations qu'envoie M. Lislet-Geoffroy, ancien correspondant de l'Académie des Sciences, avec celles de l'expédition.

Un fait que le voyage de M. de Freycinet aura mis hors de toute contestation, est le peu d'étendue des oscillations diurnes entre les tropiques. Ceci découlait déjà du travail de M. Macdonald; mais comme l'aiguille dont cet officier se servait était supportée par une pointe, on pouvait craindre qu'un défaut de mobilité n'eût été, en partie, la cause de la petitesse de ses résultats : à quoi on doit ajouter que le magnétisme, comme on en a des exemples, est quelquefois distribué le long d'une aiguille d'acier, de manière à la rendre presque tout à fait insensible aux oscillations diurnes. Ces doutes ne s'appliquent point aux observations de nos navigateurs : leur aiguille était supportée par une soie détordue à la manière de Coulomb, et quoique durant le voyage elle soit restée constamment dans le même état, elle a néanmoins donné, dans diverses stations, des variations journalières fort inégales. A Timor, en effet, ces variations étaient de 6′ 5″ ; à Rawak, elles avaient déjà éprouvé un grand affaiblissement et atteignaient à peine 3 minutes; aux Mariannes, on trouve seulement un tiers de minute de

plus qu'à Rawak; mais aux îles Sandwich et au port Jackson, la même aiguille parcourait, du matin au soir, un arc de 9 minutes.

Si la variation diurne du matin est occidentale au nord de l'équateur, et orientale au midi de ce plan, sur l'équateur même elle devrait être nulle. Nous venons de voir cependant qu'à Rawak, dont la latitude sud est à peine d'un quarantième de degré, l'aiguille oscille tous les jours dans un arc de 3 minutes; ce résultat semblerait indiquer, surtout quand on le compare à la valeur de l'oscillation diurne aux Mariannes, que ce n'est point l'équateur terrestre, mais bien l'équateur magnétique qui sépare la zone des variations occidentales de la zone des variations contraires; il résulterait de là, comme on voit, un moyen nouveau et très-facile de déterminer quelques points de l'équateur magnétique; des observations faites entre cet équateur et la ligne équinoxiale, à Fernambouc, par exemple, au cap Comorin, au sud de Ceylan, dans la partie nord de Sumatra et de Borneo, aux îles Pelew, etc., offriraient donc maintenant un grand intérêt.

Nous espérons que l'Académie voudra bien nous pardonner les détails dans lesquels nous sommes entrés sur cette partie des travaux de M. de Freycinet; les bonnes observations ne contribuent pas seulement aux progrès de la science par les questions qu'elles résolvent, mais aussi par celles dont elles font naître l'idée.

L'expédition aurait répondu fort imparfaitement à l'attente du gouvernement et de l'Académie, si elle n'avait rapporté en observations magnétiques que celles

qui ont été faites pendant les relâches. Les courbes le long desquelles les déclinaisons ont les mêmes valeurs; les courbes d'égale inclinaison et d'égale intensité ont, sur le globe, des formes tellement singulières, qu'il est à peine permis d'en déterminer quelques points par interpolation : multiplier beaucoup les observations est donc le seul moyen d'arriver sur cet objet à des résultats certains.

Les journaux de l'expédition renferment, pour chaque jour où le Soleil s'est montré, et cela depuis le départ de Toulon jusqu'à l'arrivée au Havre, un grand nombre de déterminations de la déclinaison. Les observations d'inclinaison à la mer ont commencé plus tard, et datent seulement de la relâche à Timor; mais aussi, à partir de cette époque et jusqu'à la seconde relâche à Rio-Janeiro, c'est-à-dire pendant près de deux ans, elles ont été journellement suivies avec un zèle et une persévérance qui ne se sont jamais démentis. Un exemple pris au hasard sur les registres nous a offert cinquante mesures d'inclinaison, faites en un seul jour, avant et après le renversement des pôles de l'aiguille.

Les mesures d'inclinaison que nous rapporte M. de Freycinet constatent parfaitement la singulière inflexion de l'équateur magnétique dans la mer du Sud, qui se déduisait des observations de Cook; la discussion détaillée de tous les résultats fera voir si cette inflexion a toujours la même étendue, et si elle a changé de longitude.

L'inexactitude des mesures d'inclinaison et de déclinaison faites à la mer, ne dépend pas seulement du défaut de stabilité du navire; les masses de fer employées

dans sa construction, les canons, les ancres, le lest, etc., ont sur ces résultats une influence particulière dont les lois ne sont pas encore parfaitement connues, malgré les essais nombreux et variés qui ont été faits récemment par plusieurs physiciens et navigateurs. On a, toutefois, assujetti à des formules empiriques qui font assez bien disparaître les causes d'erreur, les variations de déclinaison et d'inclinaison qui résultent de ces attractions locales dans divers azimuths de la quille relativement au méridien magnétique, et même les changements qui dépendent de la position du navire sur le globe. Quant aux variations absolues, elles exigent pour chaque bâtiment, et même après chaque changement dans l'arrimage, une série d'expériences destinées à faire connaître les constantes des formules. Nous avons remarqué avec plaisir qu'on trouvera, dans les essais faits sur divers points par M. de Freycinet, tous les moyens possibles de rectification.

C'est à M. Lamarche que le capitaine de Freycinet avait confié la direction des observations magnétiques à faire en pleine mer; aussi est-il de tous les officiers de l'expédition celui à qui nous en devons le plus grand nombre. M. de Freycinet, quand ses autres occupations le lui ont permis, a pris lui-même, très-fréquemment, une part directe aux mesures d'inclinaison et d'intensité. Les observateurs dont nous avons ensuite rencontré le plus fréquemment les noms dans les registres, sont : MM. Bérard, Railliard, Guérin, Fabré et Dubaut.

# CHAPITRE V

## GÉOGRAPHIE

Les déterminations des longitudes par un seul chronomètre ne peuvent guère, en général, contribuer maintenant aux progrès de la géographie. Les changements brusques qu'éprouve quelquefois durant plusieurs jours le meilleur de ces instruments, sont d'autant plus à craindre que s'ils arrivent en pleine mer, et si la marche reprend ensuite à terre son ancienne valeur, l'observateur peut complétement ignorer que des irrégularités aient eu lieu. Un moyen se présente de sortir de ce doute : c'est de ne compter sur les longitudes fournies par le transport de l'heure qu'autant que plusieurs montres marines différentes donnent le même résultat.

Il n'est pas tout à fait sans exemple que trois ou quatre de ces montres, placées sur le même bâtiment, se soient simultanément dérangées dans le même sens, et à peu près de la même quantité ; mais ce cas est assez rare pour qu'en général on doive accorder quelque confiance aux déterminations qui se confirment ainsi mutuellement.

Nous avons déjà dit que M. de Freycinet avait emporté cinq chronomètres. Ces instruments ont été journellement comparés entre eux, durant tout le voyage, après les séries d'angles horaires ; les longitudes des côtes où l'expédition a abordé, ou en vue desquelles elle a passé, pourront donc se déduire de chaque chronomètre séparément. Nous avons pensé devoir examiner les résultats de cette méthode relativement à Rio-Janeiro, dont la

position a été récemment le sujet de quelques contestations entre les géographes, et nous sommes partis, pour cela, de la supposition que Sainte-Croix de Ténériffe est sous les 18° 36′ 0″ de longitude occidentale. La comparaison que nous avons faite de la marche diurne des montres à Sainte-Croix et à Rio nous a d'abord appris que les nos 144 et 150 de Berthoud avaient trop varié pendant la traversée pour être employés dans cette recherche; les autres montres, au contraire, marchaient au Brésil à fort peu près comme à Ténériffe. Voici les trois longitudes qu'elles donnent pour le château de Rio:

| | |
|---|---|
| Le n° 72 de Berthoud.......... | 45° 36′ 38″ |
| Le n° 158 du même artiste....... | 45 35 49 |
| Le n° 2868 de M. Bréguet......... | 45 44 10 |

La moyenne, ou 45° 38′ 52″, ne diffère pas d'une minute de degré du résultat inséré dans les anciennes *Connaissances des Temps*. Les mêmes montres indiquent l'erreur considérable de 36′ 1/2 en moins sur la longitude qu'un voyageur moderne a fait adopter pour le cap Frio. La détermination obtenue par M. le baron Roussin, dans sa dernière campagne hydrographique, est de 2′ seulement plus petite que celle du capitaine Freycinet.

Les bornes dans lesquelles il est nécessaire de circonscrire ce rapport ne nous permettent pas de donner de plus grands détails sur les déterminations chronométriques des longitudes. Il nous a semblé toutefois que nous devions mettre sous les yeux de l'Académie un aperçu des observations faites à terre avec les cercles répétiteurs astronomiques et à réflexion, parce que de

telles observations promettent une grande exactitude; on y verra d'ailleurs une nouvelle preuve du zèle dont tous les officiers de l'expédition étaient animés, même pour les objets qui occupaient dans le voyage une place secondaire.

En suivant l'ordre des relâches, nous trouvons d'abord dix-sept séries de distance du Soleil à la Lune, qui fourniront une nouvelle détermination de la longitude de Rio-Janeiro, et six séries de hauteurs circumméridiennes du Soleil pour la latitude. Nous ne parlerons ici ni des observations du cap ni de celles de l'Ile-de-France, la position de ces deux points étant bien connue depuis longtemps. La longitude de la baie des Chiens-Marins pourra se calculer, indépendamment du transport du temps, par vingt-quatre séries de distance du Soleil à la Lune; on n'a pu obtenir à terre, dans cette baie, que deux séries de hauteurs du Soleil; mais les journaux de bord renferment un grand nombre d'observations faites sur le bâtiment à l'ancre et qui compléteraient, s'il était nécessaire, la détermination de la latitude.

La position de la ville d'Agagna, aux Mariannes, a été déterminée par vingt-trois séries de hauteurs circumméridiennes d'étoiles, et par vingt-deux séries de distances; la latitude du fort Santa-Cruz dans le port Saint-Louis, se déduira de neuf séries de hauteurs circumméridiennes d'étoiles; celle de l'île aux Chèvres de deux séries de hauteurs circumméridiennes du Soleil.

A Owhyhée, la seule des îles Sandwich où M. de Freycinet ait séjourné assez longtemps pour s'y livrer à des observations astronomiques, nous trouvons trois séries de

hauteurs du Soleil pour la latitude, et cinquante-six séries de distances de cet astre à la Lune.

Au port Jackson, dans la Nouvelle-Hollande, nos navigateurs ont déterminé la hauteur du pôle austral par dix étoiles différentes, et la longitude par dix séries de distances de la Lune au Soleil.

La position de la baie Française, aux Malouines, résultera de douze séries de hauteurs circumméridiennes du Soleil, et de cinq séries de distances.

Enfin Montevideo, à l'embouchure du Rio-de-la-Plata, a été determiné par dix-neuf séries de distances lunaires et par onze séries de hauteurs méridiennes du Soleil.

Les observateurs qui ont pris part au travail dont nous venons, pour ainsi dire, de présenter le catalogue, sous l'inspection immédiate du capitaine de Freycinet, sont: MM. Duperrey, Railliard, Bérard, Fabré, Pellion, Dubaut, Guérin, Lamarche, Labiche et Ferrand. On remarquera ici, comme on a déjà pu le faire précédemment, que l'ordre dans lequel les noms sont placés n'indique pas celui des grades, et qu'il a été uniquement déterminé par une participation plus ou moins fréquente au genre particulier d'observations dont il est question dans chaque chapitre du rapport.

## CHAPITRE VI

### HYDROGRAPHIE

M. de Freycinet et les officiers qui ont servi sous ses ordres, se sont livrés avec le plus grand zèle, durant

la campagne de *l'Uranie*, aux observations hydrographiques ; leurs opérations compléteront nos connaissances sur plusieurs groupes d'îles du grand Océan, dont, malgré leur importance, il paraît que jusqu'à présent on ne s'était pas suffisamment occupé.

Les travaux de ce genre ont commencé sur la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande, par la baie des Chiens-Marins, dont on a complété la reconnaissance que M. de Freycinet avait faite lui-même pendant le voyage de Baudin. Ce travail a donné lieu à la découverte d'un banc de sable : son gisement a été déterminé avec précision. La connaissance de ce danger sera fort importante pour la sûreté des bâtiments qui fréquentent la baie.

Dans la traversée de *l'Uranie* de la Nouvelle-Hollande à Waigiou, plusieurs parties de la côte de Timor et de quelques petites îles environnantes ont été relevées avec soin.

En passant entre l'île Bourou et les îles d'Amboine et de Céram, M. de Freycinet a eu l'occasion de reconnaître l'exactitude de la carte de ce détroit, levée pendant le voyage du contre-amiral d'Entrecasteaux ; quelques détails dont cet officier n'avait pas eu connaissance, ont été explorés par les géographes de *l'Uranie*. En suivant toujours la même route, M. de Freycinet a eu l'occasion de terminer les îles situées au sud de Gilolo et d'examiner, au nord de l'île Rouib, un archipel très-dangereux qu'aucun navigateur n'avait encore visité. Parvenu à Waigiou M. de Freycinet a fait lever les portions de la côte nord de cette île que le contre-amiral d'Entrecasteaux n'avait pu voir qu'en passant ; ses travaux fourniront aussi des

cartes détaillées de Manouarou, de Rawak et de quelques portions des îles Ayou.

C'est, toutefois, aux îles Mariannes, l'un des principaux points de relâche, qu'a été exécuté le travail hydrographique le plus complet de la campagne. L'île de Guham, par exemple, qui en est le chef-lieu, a été visitée avec le plus grand détail dans tout son contour par des canots ; il en est de même de l'île Rota et d'une partie considérable de Tinian. Lorsqu'on réunit les travaux de Lapeyrouse à ceux des officiers de *l'Uranie*, il ne reste que l'îlot le plus septentrional qui n'ait pas été déterminé de position par des navigateurs français : or, comme cet îlot a été visité par Malaspina, il en résulte que nous possédons maintenant tous les éléments d'une excellente carte de l'important archipel des Mariannes.

Les opérations hydrographiques de l'expédition dans l'archipel des îles Sandwich nous auront procuré les cartes de plusieurs parties de côtes assez étendues, ainsi que les plans de différents ports et mouillages.

Dans la traversée des îles Sandwich au port Jackson, M. de Freycinet a découvert, à l'est de l'archipel des Navigateurs, une petite île qui a reçu le nom d'*île Rose* : la position de plusieurs îles peu étendues et très-éloignées des grandes masses de terre a été déterminée pendant le même voyage. Ces îles seront désormais des points de reconnaissance où des vaisseaux ayant à traverser le grand Océan, pourront aller, comme par échelons, vérifier leurs longitudes.

En revenant de la Nouvelle-Hollande dans l'océan Atlantique méridional, par le sud de la Nouvelle-Zélande,

M. de Freycinet a vérifié d'abord la position de l'île Cambell, et ensuite celle de plusieurs petites îles situées à l'extrémité australe du nouveau continent telles que Saint-Ildefonse, Diego-Ramirez, Barnavelt, Evouts, etc. L'atlas renferme aussi les cartes de plusieurs portions de côtes de la Terre-de-Feu.

Le fâcheux événement qui, aux Malouines, mit fin à la navigation de la corvette *l'Uranie*, n'interrompit point les travaux hydrographiques de l'expédition : ces travaux nous auront procuré des cartes de la côte nord et de la côte nord-est de la plus orientale des îles Malouines, ainsi que les plans des trois ports qui y sont situés.

Tel est l'exposé sommaire des immenses opérations hydrographiques qui ont été faites pendant la campagne de *l'Uranie*. La plupart des dessins sont déjà terminés; nous les avons eus sous les yeux, ainsi que les cahiers des données qui leur ont servi de base : tout nous autorise à penser que ce travail, dont la publication exigera trente ou trente-quatre planches pourra être mis en parallèle avec les meilleurs ouvrages de ce genre.

Nous ne devons pas oublier de faire remarquer, en terminant ce chapitre, que la presque totalité du beau travail hydrographique dont nous venons d'entretenir l'Académie, a été fait par M. Duperrey. Sur quelques points, cet habile officier a été secondé par MM. Labiche et Bérard : ce dernier, enfin, a aussi levé de son côté, aux Mariannes par exemple, plusieurs plans particuliers.

## CHAPITRE VII

### MÉTÉOROLOGIE

On ne peut guère espérer, dans nos climats, d'arriver à quelque résultat général sur l'ensemble des phénomènes météorologiques qu'à l'aide des moyennes convenablement combinées d'une longue suite d'observations. A l'équateur, au contraire, les perturbations sont si rares et si faibles, qu'il suffit presque d'une semaine, non-seulement pour apercevoir, mais encore pour mesurer les effets des causes constantes; en deux fois vingt-quatre heures, par exemple, on reconnaît la période diurne barométrique, et cinq ou six jours pris au hasard en font apprécier l'étendue. A Paris, les moyennes d'un mois ne rendent pas toujours cette période manifeste, et il est très-douteux que les effets fortuits des causes accidentelles se soient complétement balancés dans les moyennes de deux ou trois années d'observations. On pouvait donc espérer que les séjours de peu de durée que M. de Freycinet devait faire dans chacun de ses points de relâche, seraient cependant suffisants pour résoudre plusieurs importantes questions relatives à la météorologie des régions équinoxiales.

Nos connaissances sur cet objet se sont considérablement accrues depuis quelques années; et on le doit, en grande partie, aux travaux de deux membres de cette Académie. Il restait toutefois à déterminer, par des mesures précises, si, dans la période diurne barométrique dont nous parlions tout à l'heure, les heures des maxima

et des minima, entre les tropiques, sont les mêmes en toute saison et dans tous les lieux; on pouvait encore se demander si l'oscillation du mercure dans le tube du baromètre a partout la même étendue, et, dans ce cas, quelle en est exactement la valeur. Plusieurs physiciens ont supposé que la pression moyenne de l'atmosphère est sensiblement moindre à l'équateur que dans nos climats. On peut d'abord s'étonner que cette opinion puisse faire encore l'objet d'un doute : mais si l'on remarque combien les baromètres se dérangent facilement; combien il est rare d'en trouver deux qui présentent un accord parfait, soit à raison de la position défectueuse des zéros des échelles, soit parce que les artistes ne tiennent pas ordinairement compte des effets de la capillarité, soit enfin, le plus souvent parce que ces instruments ne sont pas également bien purgés d'air, on concevra aisément que les occasions se soient rarement présentées de comparer les hauteurs moyennes du baromètre sous les tropiques et en Europe, de manière à ne pas craindre, par exemple, dans le résultat, une erreur d'un demi-millimètre.

Pour assurer que ces questions et d'autres dont nous nous abstenons de faire ici l'énumération, trouveront des solutions complètes dans les observations que M. de Freycinet nous rapporte, il faudrait les avoir entièrement discutées; toutefois l'examen qu'en a fait la Commission, lui permet d'annoncer dès à présent qu'elles seront très-utiles à la science. Ce qui précède se rapporte aux observations faites à terre. Les journaux nautiques de l'expédition nous ont offert, pour toute la durée du voyage,

des observations du thermomètre et de l'hygromètre faites d'heure en heure, tant de jour que de nuit; des observations du baromètre à tous les intervalles de deux heures, comme aussi douze observations journalières de la température de la mer correspondantes aux mêmes époques. Une telle masse d'observations serait, en toute circonstance, une importante acquisition; mais nous pouvons ajouter que le travail de M. de Freycinet et de ses collaborateurs, est au moins tout aussi remarquable par son exactitude que par son étendue.

Le Mémoire fort intéressant du Dr Marcet, qui a été inséré dans l'un des derniers volumes des *Transactions philosophiques*, tendrait à faire croire que la salure des eaux de l'Océan est plus considérable au sud de l'équateur que dans l'hémisphère boréal; cette conséquence résulterait aussi des nombreuses observations faites par Bayly pendant le troisième voyage de Cook, tandis qu'on déduit tout le contraire des pesanteurs spécifiques déterminées par M. John Davy, dans sa traversée de Londres à Ceylan. La question avait donc besoin d'un nouvel examen. M. de Freycinet a remis, ces jours derniers, à l'un de vos commissaires, cinquante-cinq flacons d'eau de mer, recueillie dans différents parages au nord et au midi de l'équateur; ces flacons sont encore parfaitement bien bouchés, et tout fait espérer qu'ils procureront à la science quelques déterminations nouvelles et intéressantes.

C'est peut-être ici le lieu de parler des effets de l'alambic que l'expédition avait emporté pour se procurer de l'eau douce par la distillation de l'eau de mer. M. de Freycinet n'a eu besoin de cet appareil que sur la côte

occidentale de la Nouvelle-Hollande, dans la baie des Chiens-Marins, où l'on ne trouve pas d'aiguade. La distillation a été faite en partie à bord, et en partie sur le rivage ; elle a duré neuf jours ; chaque opération était de douze heures. L'équipage, composé de cent vingt hommes, n'a bu pendant un mois que de l'eau fournie par l'alambic : personne ne s'est plaint et n'a été incommodé. A la table du commandant, on en a bu pendant trois mois consécutifs, sans le moindre inconvénient. M. de Freycinet ajoute même qu'à Timor, il a préféré l'eau de mer distillée à celle qu'il avait prise à terre. On voit, d'après cette intéressante expérience, combien il serait à désirer que les physiciens et les constructeurs s'occupassent des meilleurs moyens d'installer des alambics à bord des bâtiments.

## CHAPITRE VIII

### ZOOLOGIE

Les détails dans lesquels nous allons maintenant entrer, prouveront que le voyage du capitaine Freycinet, dont on a déjà pu apprécier l'importance sous les rapports de l'astronomie, de la haute physique et de la géographie, aura rendu aussi des services très-essentiels à l'histoire des animaux.

Le Muséum du Jardin du roi, n'a pas été enrichi seulement, par les soins de MM. Quoy et Gaimard, chirurgiens de l'expédition, d'un grand nombre d'objets très-rares qui manquaient jusqu'ici à ses collections ; ils nous ont procuré aussi des espèces entièrement nouvelles

pour la science, et en nombre considérable. Le zèle de ces deux voyageurs mérite d'autant plus d'éloges que, n'étant point naturalistes de profession, ils n'ont pu porter dans leurs recherches que cette instruction générale qui embrasse à la fois les différentes parties de la zoologie. Ils ont préparé eux-mêmes avec un zèle infatigable les animaux qu'ils ont recueillis; et conjointement avec M. Gaudichaud, pharmacien de *l'Uranie*, ils ont offert au musée, avec un noble désintéressement, nombre d'objets curieux dont ils avaient fait l'acquisition pendant le voyage.

Malgré la perte de dix-huit caisses dans le naufrage de la corvette *l'Uranie*, les collections rapportées par l'expédition offrent encore, d'après le catalogue scientifique dressé par M. Valenciennes, aide-naturaliste au Muséum, vingt-cinq espèces de mammifères, trois cent treize d'oiseaux, quarante-cinq de reptiles, cent soixante-quatre de poissons, et un grand nombre de mollusques, d'annélides, de polypes, etc.

Le nombre des squelettes s'élève à trente environ, parmi lesquels un homme de la race des Papous, un Tamandua (*myrmecophaga tamandua*), une tête de tapir adulte, etc.

Ce serait dépasser les limites de ce rapport que d'énumérer toutes les espèces nouvelles et rares que nous devons à l'expédition de M. de Freycinet. Il suffit de dire, en général, que les collections renferment quatre espèces nouvelles de grands mammifères, quarante-cinq d'oiseaux, parmi lesquels trois genres nouveaux; plus de trente reptiles, et peut-être cent vingt poissons. Ceux-ci,

conservés dans l'alcool, sont d'autant plus précieux que presque tous ceux d'entre eux qui pouvaient être connus ne l'étaient que d'après des peaux mal conservées, ou d'après les dessins assez peu corrects de Commerson.

Parmi les mollusques et les polypes se trouvent un grand nombre d'animaux qui habitent des coquilles, et que l'on n'avait pas eu encore l'occasion d'examiner. Ils sont très-bien conservés dans l'alcool (tels sont ceux de *grands cônes*, *porcelaines*, *volutes*, *astrées*, *tubipores*, etc.). On peut regarder cette partie des collections de M. de Freycinet comme l'une des plus précieuses acquisitions que l'histoire des animaux ait faite dans ces derniers temps.

Outre les objets rapportés par M. de Freycinet, on nous a soumis encore un nombre considérable de dessins d'oiseaux, de poissons, de coquilles, d'insectes, faits avec beaucoup d'exactitude par M. J. Arago, dessinateur de l'expédition; M. Gaudichaud, et surtout M. Taunay jeune, fils du peintre célèbre que l'Institut a l'avantage de compter parmi ses membres, ont aussi représenté en couleurs des objets intéressants pour l'histoire des mollusques et autres animaux marins sans vertèbres.

Il résulte de cet exposé que, par l'intelligence et le dévouement des médecins-naturalistes embarqués sur la corvette *l'Uranie*, le cabinet du roi, qui déjà venait de s'enrichir d'une zoologie à peu près complète du cap de Bonne-Espérance, due aux soins, à la persévérance sans bornes, et à l'intrépidité de M. Delalande, aura acquis des objets aussi intéressants que nombreux; et que si l'on excepte l'expédition de Baudin, pendant laquelle le zèle

infatigable de Péron et de Lesueur nous avait procuré des collections prodigieuses, aucune expédition nautique n'a été aussi profitable à la zoologie.

## CHAPITRE IX

### ENTOMOLOGIE

Pendant la relâche de *l'Uranie* à l'Ile-de-France, M. de Freycinet adressa au Muséum d'histoire naturelle quatre grandes caisses de fer-blanc, renfermant environ deux cents lépidoptères, et quatre ou cinq cents autres insectes qui provenaient du Brésil; une quarantaine d'espèces de crustacés du cap de Bonne-Espérance, etc., faisaient également partie de cet envoi. Le nombre des insectes que cet habile navigateur a donnés au Muséum depuis son retour, s'élève à environ treize cents: notre confrère, M. Latreille, de qui nous tenons ces détails, estime que le nombre des espèces peut aller à trois cents; ceux des insectes qui avaient été pris près de la terre des Papous lui ont offert une quarantaine d'espèces nouvelles, parmi lesquelles il en est de fort remarquables.

La collection des crustacés et des arachnides, formée dans les mêmes parages, mérite aussi, suivant M. Latreille, d'être signalée. Ce célèbre entomologiste n'a pu en faire jusqu'ici qu'un examen rapide, et néanmoins il y a déjà aperçu plusieurs espèces inconnues.

Nous aurons ici une nouvelle occasion de faire remarquer, à l'honneur de MM. Quoy et Gaimard, qu'ils se sont empressés dès l'origine d'offrir au Muséum les

individus dont ils avaient fait l'acquisition de leurs propres deniers, et qui n'existaient pas dans la collection de ce grand établissement.

## CHAPITRE X

### BOTANIQUE

La collection de plantes sèches recueillies pendant le voyage de M. de Freycinet est composée d'environ trois mille espèces, dont quatre à cinq cents ne se trouvent pas dans les herbiers du Muséum d'histoire naturelle, et dont deux cents, au moins, sont inconnues. Malheureusement un grand nombre de celles des Moluques, des Mariannes et de Timor ont été submergées et détériorées par les eaux de la mer à l'époque du naufrage de *l'Uranie* ; mais les plantes qui ont été récoltées aux environs du port Jackson, sur les montagnes Bleues et aux îles Sandwich, sont dans un très-bon état de conservation, et nous ont offert beaucoup de nouveautés. Dans le nombre de celles qui avaient été submergées, il se trouve encore des plantes marines, de très-belles fougères et autres espèces dont la conservation est due à M. Gaudichaud, pharmacien de l'expédition, qui s'est pour cela donné beaucoup de peine. C'est au zèle, au travail et à la grande activité de ce jeune pharmacien, que nous sommes particulièrement redevables de la riche et intéressante collection de végétaux que nous a rapportée M. le capitaine de Freycinet. M. Gaudichaud a remis, en outre, aux professeurs du jardin du Roi, une grande quantité de fruits, de graines,

de gommes et autres produits du règne végétal; ce qui lui donne de nouveaux droits à la reconnaissance des naturalistes. La Commission a calculé que cent cinquante ou cent soixante dessins au simple trait suffiraient pour faire connaître les plantes les plus importantes que renferme l'herbier de l'expédition.

## CHAPITRE XI

### COLLECTIONS GÉOLOGIQUES.

M. de Freycinet a rapporté, pour le Muséum d'histoire naturelle, environ neuf cents échantillons de roches, recueillis dans les différents lieux de ses relâches. Une circumnavigation du globe, pendant laquelle on ne voit que des îles et des côtes de peu d'étendue, ne peut offrir des suites géologiques propres à faire connaître la nature du terrain, les rapports d'ancienneté et de superposition des couches. Les navigateurs doivent se borner à des observations isolées, à des échantillons de roches détachés des couches qui paraissent dominer par leur masse et caractériser les diverses contrées. Ce but, très-important pour les progrès de la géographie minéralogique, a été atteint par les personnes zélées que M. de Freycinet a chargées de ce genre de recherches. D'après une note que M. Cordier, professeur au Jardin du Roi, a bien voulu communiquer à la Commission, les échantillons rapportés sont nombreux, bien conservés et choisis avec intelligence. Les roches des montagnes Bleues de la Nouvelle-Hollande, celles des îles Sandwich et de l'archipel des

Mariannes, augmentent les richesses géologiques de nos collections. Elles prouvent de nouveau, et d'une manière frappante, ces analogies de gisement et de composition que l'on observe, dans les deux hémisphères, sur les points les plus éloignés du globe.

## CHAPITRE XII

### RELATION HISTORIQUE DU VOYAGE

M. de Freycinet a invité un de nous à examiner les matériaux qui formeront la base de la description historique de son voyage. Sous les différentes zones où il a relâché, au Brésil, au cap de Bonne-Espérance, à l'Ile-de-France, aux Moluques orientales, à la Nouvelle-Hollande, aux îles Sandwich et aux Mariannes, il a fixé son attention sur l'aspect général du pays, sur les races d'hommes qui l'habitent, sur l'état de leur civilisation, sur le développement des diverses branches de l'agriculture et de l'industrie commerciale, enfin sur les causes qui arrêtent ou accélèrent les progrès de la société. Pour suivre une marche plus uniforme dans ce genre de recherches, M. de Freycinet a communiqué aux personnes qui devaient partager ses travaux une série de questions qui embrassent méthodiquement l'état physique, moral et politique de l'homme. Il nous a mis en état d'apprécier les avantages de cette classification, en nous présentant la grande masse de données qu'il a recueillies sur le groupe des îles Mariannes. On ne saurait donner assez d'éloges à ce tableau d'un pays qui est enrichi par les plus belles

productions de la nature, qui offre parmi ses habitants les restes malheureux d'une nombreuse population, et qui est lié, par sa position, par les mœurs des indigènes, par leur langue, et peut-être même par les débris de ses monuments, à l'archipel des Grandes-Indes. La variété des matières qui font l'objet de ce rapport nous empêche de nous arrêter à ces travaux intéressants ; mais, à une époque où les langues des peuples sont considérées comme les documents historiques les plus précieux, nous devons rappeler le zèle louable avec lequel M. de Freycinet et ses collaborateurs ont recueilli tout ce qui a rapport aux racines, aux formes grammaticales, et à cette ingénieuse variété de signes dans lesquels se reflète la pensée chez les sauvages, comme chez les peuples civilisés.

Ce qui donnera un charme particulier à la relation du voyage de M. de Freycinet, est l'atlas pittoresque dans lequel on réunira les paysages, les vues nautiques, les représentations de costumes, dus au talent et à la grande activité de M. J. Arago, dessinateur de l'expédition. L'archipel peu connu des Mariannes; Tinian, couvert de monuments d'une origine problématique ; les vallées ombragées des montagnes Bleues de la Nouvelle-Hollande; l'île d'Ombey, habitée par des peuples anthropophages, offriront des objets d'un intérêt nouveau et varié. Les dessins étonnent d'autant plus par leur nombre, qu'ils ont été faits en plein air, et souvent dans les circonstances les plus difficiles. Vifs et spirituels d'exécution, ils portent ce caractère de vérité que l'on désire surtout dans l'atlas pittoresque d'un voyage lointain.

# CHAPITRE XIII

## DESSINS

La Commission ayant cru devoir s'abstenir de juger elle-même l'ensemble des dessins que M. de Freycinet lui a présentés, a prié M. Gérard, premier peintre du roi, et membre de l'Académie des Beaux-Arts, de vouloir bien se charger de ce soin. Ce qui suit est extrait textuellement de la note que ce grand peintre nous a remise.

« La collection de dessins que M. le commandant Freycinet a rapportée de son voyage autour du monde, fait par ordre du roi, est une des plus remarquables qu'on ait vues, et par le nombre et par la variété des sujets. Elle prouve que le zèle de M. J. Arago, dessinateur de l'expédition, ne s'est jamais ralenti, et que son intelligence l'a toujours secondé.

« Elle se compose d'environ cinq cents dessins représentant des sites, des vues de côtes, des objets de zoologie et de botanique. Elle offre, en outre, une suite considérable de dessins faits d'après les naturels des différentes îles dans lesquelles l'expédition a stationné, de leurs costumes, de leurs usages, de leurs armes.

« La publication d'une partie des dessins que renferme ce riche portefeuille, donnera l'ouvrage le plus intéressant et le plus complet que la navigation ait encore produit. »

## CHAPITRE XIV

### CONCLUSIONS

D'après l'exposé que nous venons de faire, on voit qu'aucune partie des sciences physiques, nautiques ou naturelles, sur lesquelles l'Académie avait dirigé l'attention de M. Freycinet, n'a été négligée ; la multitude des observations de tout genre qui ont été faites par cet officier et par ses collaborateurs, le grand nombre d'objets divers qu'ils ont rapportés, montre quel a dû être leur zèle et leur constance. Il ne reste maintenant à l'Académie que deux choses à désirer : la première, c'est qu'une publication prompte, quoique suffisamment détaillée, fasse bientôt jouir les sciences des résultats qu'elles doivent retirer de ce voyage ; la seconde, c'est que des travaux aussi pénibles et d'un aussi grand intérêt appellent sur ceux qui les ont exécutés les justes récompenses du gouvernement. Ces récompenses deviendront pour les officiers et pour toutes les personnes attachées au service de notre marine, un nouveau motif d'encouragement à cultiver tous les genres de connaissances qui peuvent les mettre en état d'être si utiles aux sciences, par les résultats précieux que leurs voyages leur donnent l'occasion de recueillir.

---

*N. B.* Le paragraphe relatif aux nombreuses observations de marées que renferment les registres de M. Freycinet, s'étant trouvé égaré au moment de la lecture du

rapport devant l'Académie, et n'ayant pas pu conséquemment être soumis à l'approbation de cette assemblée, j'ai pensé qu'il me serait permis d'annoncer ici que nos voyageurs n'ont pas négligé ces importantes observations, et qu'elles paraissaient avoir été faites dans la plupart des lieux de relâche avec la plus grande exactitude.

# VOYAGE DE LA COQUILLE[1]

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

Depuis le retour de la paix, de nombreux voyages ont été exécutés dans l'intérêt des sciences et de la navigation. Les cartes de la Méditerranée et de la mer Noire du capitaine Gauttier; les travaux du capitaine Roussin sur les côtes d'Afrique et du Brésil; l'expédition du capitaine de Freycinet; les opérations hydrographiques dirigées par notre confrère Beautemps-Beaupré, seront des monuments durables de la protection éclairée que le ministère de la marine accorde aux entreprises utiles. Le plan du nouveau voyage dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte, fut présenté au marquis de Clermont-Tonnerre, alors ministre de la marine, par MM. Duperrey et d'Urville, vers la fin de 1821. M. le ministre l'approuva et mit la corvette *la Coquille* à la disposition de ces jeunes officiers. Le zèle et l'habileté dont ils avaient donné des preuves multipliées, le premier pen-

1. Rapport fait à l'Académie des Sciences, le lundi 22 août 1825, sur le Voyage de découvertes, exécuté dans les années 1822, 1823, 1824 et 1825, sous le commandement de M. Duperrey, lieutenant de vaisseau. (Commissaires : MM. de Humboldt, Cuvier, Desfontaines, Cordier, Latreille, de Rossel, et Arago, rapporteur.)

dant la circumnavigation de *l'Uranie*, l'autre comme collaborateur du capitaine Gauttier, offraient toutes les garanties désirables. L'Académie trouvera, nous le croyons du moins, dans l'analyse que nous devons lui soumettre des nombreux travaux exécutés sur *la Coquille*, que les espérances de l'autorité et des savants ont été complétement réalisées.

## CHAPITRE II

### ITINÉRAIRE

*La Coquille* appareilla de Toulon le 11 août 1822. Le 22 du même mois, elle mouilla sur la rade de Sainte-Croix de Ténériffe, d'où elle partit le 1er septembre, faisant route pour la côte du Brésil. Dans sa traversée, M. Duperrey prit connaissance, le 5 octobre, des petits îlots de Martin-Vaz et de la Trinité; le 16, *la Coquille* jeta l'ancre au mouillage de l'île Sainte-Catherine; elle y séjourna jusqu'au 30. Le 18 novembre, elle atteignit le port Louis des Malouines, situé au fond de la Baie-Française, d'où elle mit sous voiles le 18 décembre pour doubler le cap Horn; elle visita ensuite sur la côte occidentale d'Amérique le port de la Conception au Chili; celui du Callao au Pérou; enfin le port de Payta, situé entre l'équateur magnétique et l'équateur terrestre. L'absence de toute relation diplomatique entre la France et les gouvernements républicains de l'Amérique du Sud, n'apporta aucun obstacle aux opérations de M. Duperrey; sur la côte du Chili, comme au Pérou, les autorités allèrent avec empressement au-devant de ses moindres désirs.

*La Coquille* appareilla de Payta le 22 mars 1823; elle longea dans sa route l'archipel Dangereux, et relâcha d'abord à Tahiti le 3 mai, et ensuite à Borabora, qui fait également partie des îles de la Société. En quittant ce dernier point, l'expédition se dirigea vers l'ouest, prit successivement connaissance des îles Salvage, Eoa (dans le groupe des Amis), Santa-Cruz, Bougainville, Bouka, et atteignit la Nouvelle-Irlande, où elle mouilla dans la baie de Praslin le 11 août.

Après une relâche de neuf jours, l'expédition quitta le port Praslin pour se rendre à Waigiou. Nous parlerons tout à l'heure des observations qu'elle fit dans la traversée et durant son séjour dans le havre d'Offak, d'où elle partit le 16 septembre. Le 23, M. Duperrey jeta l'ancre à Cajeli (île Bourou); le 4 octobre, il aborda à Amboine, où il reçut de M. Merkus, gouverneur des Moluques, l'accueil le plus empressé et tous les secours dont il avait besoin. Le 27 octobre, *la Coquille* remit sous voiles, se dirigeant du nord au sud; elle prit connaissance de l'île du Volcan; traversa le détroit d'Ombay; longea les îles situées à l'ouest de Timor; fit la reconnaissance de Savu, de Benjoar, et quitta définitivement ces parages pour se rendre au port Jackson. Les vents contraires ne permirent pas à M. Duperrey de ranger la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande, comme il en avait eu le projet; ce ne fut que le 10 janvier 1824 qu'il doubla la pointe méridionale de la terre de Van-Diemen; le 17, la corvette était amarrée dans Sydney-Cove. M. le général Brisbane, gouverneur de la Nouvelle-Hollande et correspondant de l'Académie, reçut nos voyageurs avec l'em-

pressement le plus amical, et mit à leur disposition tout ce qui pouvait contribuer au succès des opérations dont ils étaient chargés.

En quittant Sydney le 20 mars 1824, après une relâche de deux mois, l'expédition fit voile pour la Nouvelle-Zélande, où elle aborda le 3 avril, dans la baie des Iles. Les travaux qu'elle devait y exécuter furent terminés le 17. Dans les premiers jours de mai, *la Coquille* parcourait déjà dans tous les sens l'archipel des Carolines. La mousson d'ouest l'obligea d'abandonner ces parages vers la fin de juin 1824; elle se dirigea alors sur l'extrémité nord de la Nouvelle-Guinée, fit durant sa route la géographie d'un bon nombre d'îles peu connues ou mal placées, et atteignit le havre de Dory le 26 juillet; quinze jours après, la corvette mit de nouveau sous voiles pour se rendre, en traversant les Moluques, à Java. Elle jeta l'ancre dans le port de Sourabaya le 29 août; en partit le 11 septembre; arriva le mois suivant à l'Ile-de-France, où ses opérations la retinrent du 31 octobre au 16 novembre; elle séjourna à Bourbon du 17 au 23 du même mois, et fit voile ensuite pour Sainte-Hélène. La relâche de M. Duperrey dans cette île dura une semaine. Il en partit le 11 janvier de l'année courante, jeta l'ancre à l'Ascension le 18; y exécuta rapidement les observations du pendule et des phénomènes magnétiques, et quitta définitivement ces établissements anglais le 27, après avoir reçu des commandants et des officiers des deux garnisons tous les secours désirables. Le 24 avril enfin, M. Duperrey entra dans la rade de Marseille.

Durant cette campagne de trente et un mois et treize

jours, *la Coquille* a parcouru 25,000 lieues. Elle est revenue au point de départ sans avoir perdu un seul homme, sans malades et sans avaries. M. Duperrey attribue en grande partie la bonne santé dont son équipage a constamment joui, à l'excellente qualité de l'eau conservée dans les caisses en fer, et aussi à l'ordre qu'il avait donné d'y laisser puiser à discrétion. Quant au rare bonheur qu'a eu *la Coquille* d'exécuter un si long voyage sans avaries ni dans ses mâts, ni dans ses vergues, ni même dans ses voiles, s'il a dû tenir à un concours de circonstances extraordinaires, sur lequel il serait imprudent de toujours compter, on doit aussi reconnaître que de telles chances ne s'offrent qu'à des marins consommés. Ajoutons encore que M. Duperrey et ses collaborateurs avaient eu, en 1822, l'avantage de trouver à Toulon, dans la personne de M. Lefébure de Cerizy, un ingénieur du plus grand mérite, qui présida au radoub et à l'installation de la corvette, avec toute la sollicitude d'un véritable ami.

## CHAPITRE III

### CARTES ET PLANS LEVÉS PENDANT LA CAMPAGNE DE LA COQUILLE

Les travaux hydrographiques exécutés pendant la circumnavigation de *la Coquille* sont déjà complétement dessinés et n'attendent plus que le burin du graveur; ils forment 53 cartes ou plans, dressés par les meilleures méthodes. Nous allons en présenter ici l'énumération, en citant au fur et à mesure les noms des officiers à qui l'on en est redevable.

Sur la côte du Brésil, le plan des îlots de Martin-Vaz et de la Trinité a été dressé avec beaucoup de soin par M. Bérard.

Sur celle du Pérou, le même officier a fait le plan très-détaillé du mouillage de Payta et la carte des côtes adjacentes, depuis Colan, situé à peu de distance de l'embouchure du Rio de Chira jusqu'à l'île de Lobos.

La carte générale de l'archipel Dangereux a été dressée par M. Duperrey lui-même; la carte particulière de l'île Clermont-Tonnerre appartient à M. Bérard; les plans des îles d'Augier, Freycinet et de Lostange ont été levés avec un soin très-remarquable par M. Lottin.

M. Duperrey a profité de sa navigation au milieu des îles de la Société pour rectifier plusieurs graves erreurs qu'on remarque dans toutes les cartes de cet archipel.

M. Bérard a levé, dans l'île de Tahiti, avec son habileté accoutumée, le plan du mouillage de Matavaï. Le plan des îles Moutou-iti et Moupiti et celui du mouillage de Papaoa sont de M. de Blosseville : ils font également honneur à son zèle et à son expérience.

Dans la Nouvelle-Irlande, MM. Bérard, Lottin et de Blosseville ont levé conjointement et dans les plus grands détails le plan du port Praslin et de l'anse aux Anglais, le plan du cap Saint-Georges et la carte du détroit de même nom, qui sépare la Nouvelle-Irlande de la Nouvelle-Bretagne.

En quittant la Nouvelle-Irlande, *la Coquille* a fait une reconnaissance détaillée des îles Schouten, sur lesquelles on n'avait jusqu'ici que des notions un peu confuses : M. Duperrey en a dressé la carte. Le havre d'Offak, dans

l'île Waigiou, dont l'intérieur était peu connu, a été l'objet d'un travail spécial, auquel tous les officiers ont pris part. M. Bérard a fait la carte de la portion de côte de la Nouvelle-Guinée comprise entre Dory et Aurans-wary; le plan du havre de Dory se fonde sur les observations réunies de MM. Bérard, Lottin et de Blois. La carte de la côte, entre Dory et le cap de Bonne-Espérance de la Nouvelle-Guinée, est de M. Lottin; c'est également à cet officier qu'on sera redevable de la carte des îles Yang, situées au nord de Rouib.

Des traversées effectuées suivant des directions très-diverses dans les Moluques, ont fourni à M. Duperrey les éléments d'une nouvelle carte de cet archipel, et de celle du détroit de Wangi-Wangi, à l'est de l'île de Boutoun. L'amiral d'Entrecasteaux n'avait vu que les côtes nord des îles Savu et Benjoar, situées au sud-ouest de Timor; M. Bérard a tracé une grande partie des côtes méridionales. La carte du détroit d'Ombay et de l'île du Volcan est également dressée d'après les observations du même officier; celle de l'île Guébé appartient à M. de Blois.

Dans la Nouvelle-Zélande, les travaux de *la Coquille* n'ont eu pour objet que l'extrémité nord de l'île Eaheinomauve; ils forment quatre planches. La première fait connaître la configuration de toute la côte N.-E. : elle est de M. de Blois; la seconde représente la baie des Iles, d'après les travaux réunis de tous les officiers; la troisième offre le plan de la baie de Manawa, par M. Bérard; la quatrième, est le plan détaillé de la rivière de Kédékédé, dressé sur les observations de M. de Blosseville.

Les îles isolées de Rotumah, de Cocal et de Saint-Augustin ont été levées par MM. Bérard et Lottin.

Dans l'archipel des îles Mulgraves, dont M. Duperrey a dessiné la carte générale, M. de Blosseville a effectué la reconnaissance des îles King's-mill, Hopper, Wood et Henderville; et M. de Blois, celle de l'île Hall, d'un archipel de cinq îles, et enfin des îles Mulgraves proprement dites de Marchall.

Le vaste archipel des Carolines, jusqu'à présent si mal connu, a été le principal théâtre des opérations géographiques de *la Coquille*. La carte générale que M. Duperrey en a dressée rectifiera beaucoup d'erreurs. L'île de Benham y est représentée d'après la reconnaissance qu'en a faite M. de Blosseville. L'île Ualan, que le capitaine américain Crozier avait nommée *Strong*,, et à laquelle M. Duperrey a restitué le nom que lui donnent les habitants, mérite un intérêt tout particulier. Durant une relâche de quinze jours, les officiers de la corvette l'ont parcourue dans tous les sens; ils y ont trouvé d'assez grands ports; l'un d'eux, que les naturels appellent *Lélé*, un autre qui a reçu le nom de *la Coquille*, sont dessinés dans l'atlas d'après les opérations très-détaillées de MM. Bérard, Lottin et de Blois.

M. de Blois a fait à part une reconnaissance complète des îles Tougoulou et Pélélap qui sont probablement les Mac-Askill de certaines cartes, et celle des îles Mougoul, Ougai et Aoura, qui furent découvertes le 18 juin. C'est encore à cet officier qu'on devra le plan détaillé du groupe assez étendu d'Hogoleu, dont le père Cantova avait déjà anciennement parlé, et au milieu duquel *la Coquille* na-

viguait le 24 juin 1824. La reconnaissance faite par M. Lottin des îles Tametain, Fanadik et Holap, rattache dans ces parages les opérations de *la Coquille* à celles de *l'Uranie*.

Les trois dernières feuilles de l'atlas si riche dont nous venons d'offrir l'analyse, représentent les mouillages de Sainte-Hélène et de Sandy-Bay, et l'île de l'Ascension, d'après les observations de tous les officiers.

On ne perfectionne pas moins les cartes quand on les débarrasse d'îles, d'écueils, de bancs de sable qui n'existent pas, que lorsqu'on y insère des terres nouvellement découvertes. L'expédition de *la Coquille* aura rendu plus d'un service à cet égard.

Suivant la plupart des géographes, il y a, non loin des côtes orientales du Pérou, un écueil nommé *le Trépied.* M. Duperrey l'a infructueusement cherché : *la Coquille* a navigué à pleines voiles dans les lieux mêmes où le Trépied est ordinairement dessiné.

En prolongeant les côtes de la Nouvelle-Guinée, M. Duperrey a fait avec beaucoup de soin, mais sans succès, la recherche des îles que Carteret avait appelées *Stephens.* Suivant lui, ces îles, encore représentées dans nos cartes, seraient les îles de la Providence de Dampier, situées à l'ouverture de la baie de Geelving : c'est aussi l'opinion du capitaine Krusenstern, et l'on ne peut disconvenir qu'elle a maintenant une grande probabilité. Il paraîtra néanmoins fort étrange que Carteret se soit trompé de près de 3 degrés sur son estime.

Nos cartes les plus modernes placent un groupe d'îles nommés les *Trials*, en face de la terre de Witt par 20° de

latitude sud et 100° de longitude occidentale; M. Duperrey, qui aurait attaché un grand prix à déterminer leur position, n'a pas pu les trouver.

Dans l'archipel des Carolines, les doubles emplois sont très-nombreux : M. Duperrey montre que l'île Hope, que l'île Teyoa, que les groupes de Satahual et Lamurek n'existent point dans les positions qu'on leur assigne. Peut-être lui sera-t-il quelquefois difficile d'appliquer exactement ces anciens noms aux îles dont il a fixé la place. Au reste, l'inconvénient n'est pas grave: tout était si inexact dans les cartes de cet archipel, que le travail de *la Coquille* équivaut à une première découverte.

## CHAPITRE IV

### OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

Dans un voyage comme celui de *la Coquille*, où les relâches devaient être partout de très-courte durée, les observations astronomiques ne pouvaient avoir pour objet que le perfectionnement de la géographie. Ces observations, dans chaque port, se composent de hauteurs du Soleil et d'étoiles propres à vérifier la marche des chronomètres; de nombreuses séries de hauteurs circumméridiennes faites avec le cercle répétiteur astronomique et destinées à donner les latitudes; enfin d'une multitude de distances de la Lune au Soleil, aux étoiles et aux planètes, prises avec le cercle répétiteur à réflexion. L'examen que nous avons fait de la partie de ce travail déjà complétement rédigée, nous en a donné l'opinion la plus

favorable. Tous les officiers de *la Coquille* y ont également concouru; nous devons néanmoins faire ici une mention particulière de M. Jacquinot, qui, chargé par le commandant de la surveillance des chronomètres durant tout le voyage, a rempli cette minutieuse tâche avec un zèle et une exactitude dignes des éloges de l'Académie.

## CHAPITRE V

### OBSERVATIONS RELATIVES A LA DÉTERMINATION DE LA FIGURE DE LA TERRE

M. Duperrey était muni de deux pendules invariables en cuivre, qui avaient déjà servi dans le voyage de *l'Uranie*. Ils ont été observés à Paris avant le départ et depuis le retour de l'expédition; à Toulon, pendant qu'on préparait le bâtiment; aux Malouines par 51° 31′ 43″ de latitude sud; au port Jackson, sur la côte orientale de la Nouvelle-Hollande; à l'Ile-de-France et à l'île de l'Ascension, entre les tropiques. Notre confrère, M. Mathieu, a déjà calculé les observations des Malouines et celles de Paris. Il en a déduit cette importante conséquence, en opposition avec une opinion longtemps accréditée, que les deux hémisphères terrestres nord et sud ont à très-peu près la même forme. Celles de ces observations qu'on n'a pas encore eu le temps de discuter, se rattachent à des questions non moins curieuses. Il résulte, par exemple, des opérations de M. de Freycinet, qu'il existe à l'Ile-de-France une cause d'attraction locale tellement intense, qu'elle y altère la marche d'une horloge de 13 ou 14 secondes par jour. On conçoit combien

il devient intéressant de rechercher, dans les mesures de M. Duperrey, si l'influence accidentelle a été aussi manifeste. Sous peu de jours les résultats de cette discussion seront présentés à l'Académie.

## CHAPITRE VI.

### MAGNÉTISME

Les phénomènes du magnétisme terrestre, malgré plus d'un siècle de recherches, sont encore enveloppés dans une grande obscurité. M. Duperrey s'en est occupé, pendant toute la durée de son voyage, avec l'attention la plus soutenue, soit à la mer, soit dans les relâches. Ses journaux renferment une multitude d'observations de déclinaison, d'inclinaison, d'intensité, et de variations diurnes de la déclinaison, faites par les meilleures méthodes. La Commission a pensé qu'en présentant ici un aperçu rapide des progrès que la science peut attendre de ce grand travail, elle remplirait les intentions de l'Académie.

Il existe, comme on sait, sur le globe, une courbe le long de laquelle l'aiguille aimantée se place horizontalement. Cette courbe, qu'on a appelée l'*équateur magnétique*, a été naguère l'objet des recherches de MM. Hansteen et Morlet. Quoique ces deux physiciens aient fait usage des mêmes données, ils sont cependant arrivés sur quelques points à des résultats légèrement différents. Dans la carte du savant Norvégien, comme dans celle de notre compatriote, l'équateur magnétique

est, en totalité, au sud de l'équateur terrestre entre l'Afrique et l'Amérique. Le plus grand écartement de ces deux courbes en latitude, correspond à environ 25° de longitude occidentale : il est de 13° ou 14°. Dans la première carte on trouve un nœud, en Afrique, par 22° de longitude orientale ; la seconde le place 4° plus à l'occident. Suivant MM. Hansteen et Morlet, si l'on part de ce nœud en s'avançant du côté de la mer des Indes, la ligne sans inclinaison s'éloigne rapidement vers le nord de l'équateur terrestre, sort de l'Afrique un peu au sud du cap Guardafui, et parvient, dans la mer d'Arabie, à son *maximum* absolu d'excursion boréale (environ 12°), par 62° de longitude orientale. Entre ce méridien et le 174e degré de longitude, la ligne sans inclinaison se maintient constamment dans l'hémisphère boréal. Elle coupe la presqu'île de l'Inde, un peu au nord du cap Comorin; traverse le golfe du Bengale en se rapprochant légèrement de l'équateur terrestre dont elle n'est éloignée que de 8°, à l'entrée du golfe de Siam; remonte ensuite un tant soit peu au nord; est presque tangente à la pointe septentrionale de Bornéo, traverse l'île Paragua, le détroit qui sépare la plus méridionale des Philippines de l'île Mindanao, et sous le méridien de Waigiou se trouve de nouveau placée à 9° de latitude nord. De là, après avoir passé dans l'archipel des Carolines, l'équateur magnétique descend rapidement vers l'équateur terrestre, et le coupe, d'après M. Morlet, par 174°, et suivant M. Hansteen, par 187° de longitude orientale. Il y a beaucoup moins d'incertitude sur la position d'un second nœud situé aussi dans l'océan Pacifique : sa lon-

gitude occidentale doit être de 120° environ ; mais tandis que les recherches de M. Morlet l'ont conduit à admettre que l'équateur magnétique, après avoir seulement *touché* l'équateur terrestre, s'infléchit aussitôt vers le sud, M. Hansteen suppose que cette courbe passe dans l'hémisphère nord, sur une étendue d'environ 15° de longitude, et revient ensuite couper de nouveau la ligne équinoxiale à 23° de distance de la côte occidentale d'Amérique. Du reste, pour qu'on ne s'exagère point cette discordance, nous devons dire que, dans son excursion boréale, la courbe sans inclinaison de M. Hansteen ne s'éloigne pas de l'équateur terrestre de plus d'un degré et demi, et qu'en définitive cette ligne et celle de M. Morlet ne sont nulle part à deux degrés de distance l'une de l'autre dans le sens des cercles de latitude.

Ces divers résultats se rapportent à l'équateur magnétique de l'année 1780. Est-il survenu, depuis lors, des changements notables, soit dans la forme de cette courbe, soit dans la position de ses nœuds? Nous ne doutons pas que les travaux de M. Duperrey, réunis aux excellentes observations de M. de Freycinet, n'éclaircissent complétement cette question ; vos commissaires doivent se borner à vous présenter ici ce qu'ils ont pu déduire d'un premier aperçu.

*La Coquille* a coupé six fois l'équateur magnétique. Deux des points dont elle a ainsi déterminé directement la position, sont situés dans l'océan Atlantique par 27° 19′ 22″ et 14° 20′ 15″ de longitude occidentale, et par 12° 27′ 11″ et 9° 45′ 0″ de latitude sud. Dans la carte de M. Morlet, les latitudes des points de la ligne

sans inclinaison correspondants à 27° 1/4 et 14° 1/3 de longitude occidentale, sont respectivement : 14° 10′ et 11° 36′. La ligne sans inclinaison semble donc, sur le premier point, s'être rapprochée de l'équateur terrestre de 1° 43′, et, par le méridien du second, de 1° 51′. La carte de M. Hansteen donne, à fort peu près, les mêmes différences.

Dans la mer du Sud, près de la côte d'Amérique, M. Duperrey a trouvé d'abord en allant du Callao à Payta, et ensuite pendant sa navigation entre Payta et les îles de la Société, deux points de l'équateur magnétique, dont voici les coordonnées :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longit. | 83° | 38′ | O. | Latit. | 7° | 45′ | S. |
| Longit. | 85 | 46 | O. | Latit. | 6 | 18 | S. |

Dans les cartes de MM. Hansteen et Morlet, les latitudes sont d'environ un degré *plus petites*. Ici la différence est en sens contraire de celle que nous avons trouvée dans l'océan Atlantique : vers les côtes du Pérou, l'équateur magnétique semble donc *s'être éloigné* de l'équateur terrestre.

Passons enfin aux deux points déterminés directement pendant la circumnavigation de *la Coquille*, dans la partie boréale de la ligne sans inclinaison. M. Duperrey a trouvé pour leurs coordonnées :

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longit. | 170° | 37′ | 24″ | E. | Latit. | 0° | 53′ | N. |
| Longit. | 145 | 2 | 38 | E. | Latit. | 7 | 0 | N. |

Ces latitudes sont *plus petites* sur les cartes qui représentent l'équateur de 1780. Dans la partie de l'océan

Équinoxial correspondant aux Carolines et aux îles Mulgraves, la ligne sans inclinaison semble donc maintenant *s'éloigner* de l'équateur terrestre.

Des variations en apparence si contradictoires, s'expliqueront néanmoins très-simplement, même sans qu'il soit nécessaire d'admettre un changement de forme dans l'équateur magnétique, pourvu que l'on suppose que cette courbe est douée d'un mouvement de translation qui, d'année en année, la transporte progressivement et en masse de l'orient à l'occident. De 1780 à l'époque actuelle, cette rétrogradation des nœuds, pour qu'on pût en déduire la valeur numérique des changements observés dans les latitudes, ne devrait guère être au-dessous de 10°. Si la rapidité de ce déplacement était regardée comme une objection, nous ferions remarquer que les observations directes de la position des nœuds conduisent, à fort peu près, aux mêmes résultats. M. Duperrey a trouvé, en effet, un nœud de la courbe par 172° environ de longitude orientale : sur la carte de M. Hansteen, ce nœud est placé au 184e degré. Dans la mer du Sud, le nœud tangent de M. Morlet, les deux nœuds de M. Hansteen se trouvent entre le 108e et le 126e degré de longitude occidentale. Des observations fort exactes faites à bord de *l'Uranie*, en 1819, et que M. de Freycinet a eu la bonté de nous communiquer, portent ce nœud jusqu'au 132e degré de longitude. Nous trouvons enfin, dans un ouvrage du capitaine Sabine, publié depuis quelques semaines seulement par ordre du Bureau des longitudes de Londres, une observation qui montre d'une manière non moins évidente que le point

d'intersection des deux équateurs, qui était situé en Afrique, dans l'intérieur des terres, et assez loin de la côte en 1780, s'est avancé de l'orient à l'occident jusque dans l'océan Atlantique. L'observation dont nous venons de parler a été faite à l'île portugaise de Saint-Thomas. M. Sabine y a trouvé, en effet, en 1822, pour la valeur de l'inclinaison, 0° 4′ S. L'équateur magnétique passe donc actuellement par cette île dont la latitude est 24′ N., ou seulement quelques minutes plus à l'occident. Son point d'intersection avec l'équateur terrestre est à 5° environ de longitude orientale, tandis que, d'après les observations de 1780, MM. Morlet et Hansteen l'ont placé 13° au moins plus à l'est.

D'après ces divers rapprochements, l'existence d'un mouvement de translation dans l'équateur magnétique est très-probable. M. Morlet l'avait déjà indiqué, mais avec la juste défiance que des mesures d'inclinaison obtenues sans changement des pôles de l'aiguille devaient lui inspirer. Aujourd'hui on pourra obtenir, à cet égard, une certitude complète, en discutant sous le même point de vue l'ensemble des observations d'inclinaison faites en pleine mer dans les régions équinoxiales. Les journaux tenus à bord de *l'Uranie* et de *la Coquille* renferment tous les éléments de ce travail, à notre avis l'un des plus importants que l'on puisse maintenant entreprendre sur les phénomènes du magnétisme terrestre. Il paraîtrait, en effet, que c'est la forme et la position de la ligne sans inclinaison qui règlent, d'un pôle à l'autre, dans quel sens, en chaque lieu, les variations annuelles de l'aiguille aimantée se manifesteront. Cette conjecture,

en tant qu'il est question du changement d'inclinaison, se trouve consignée dans l'intéressant Mémoire de M. Morlet, que l'Académie, il y a déjà quelques années, a honoré de son approbation. Si l'on appelle latitude magnétique d'un point, la distance angulaire de ce point à la ligne sans inclinaison mesurée sur le méridien magnétique considéré comme un grand cercle, on trouvera en général, suivant M. Morlet, que l'inclinaison de l'aiguille *diminue* là où le mouvement de translation de l'équateur tend à *diminuer* la latitude magnétique; et qu'elle *augmente*, au contraire, partout où la latitude magnétique *s'agrandit*. Quelques lieux, tels que la Nouvelle-Hollande, Ténériffe, etc., lui paraissaient néanmoins faire exception. Les observations recueillies dans les voyages de *l'Uranie* et de *la Coquille* nous ont permis de soumettre cette règle à un plus grand nombre de vérifications, et de reconnaître qu'elle s'accorde avec l'expérience d'une manière fort remarquable, même dans les stations que M. Morlet avait exceptées. On voit de cette manière que si l'inclinaison sud *augmente* rapidement à Sainte-Hélène pendant que l'inclinaison nord *diminue* rapidement à l'Ascension, c'est parce que, dans son mouvement de translation, l'équateur magnétique, qui s'éloigne sensiblement de la première de ces îles, s'approche, au contraire, de la seconde, qu'elle finira même par atteindre en peu d'années. Le méridien magnétique du Cap prolongé vers le nord, passe à une petite distance d'un des nœuds vers l'ouest : dès lors l'inclinaison y doit *augmenter* rapidement, et c'est aussi ce que montrent les observations de Cook, de Bayly, de King, de

Vancouver et de M. de Freycinet. A l'île de Taïti, Bayly, Wales et Cook trouvèrent, en 1773, 1774 et 1777, une inclinaison de l'aiguille d'environ 30°; M. Duperrey déduit de ses mesures 30° 36′; le changement annuel est donc presque insensible : mais aussi le méridien magnétique de Tahiti rencontre la ligne sans inclinaison très-près de son *maximum* de latitude, c'est-à-dire, dans un point où cette courbe est presque parallèle au méridien terrestre. Le rapide changement d'inclinaison à la Conception du Chili, déduit de la comparaison des mesures de Malaspina et de M. Duperrey; la petitesse, au contraire, de ce mouvement aux îles Sandwich, qui nous paraît résulter des observations de Bayly, de Cook, de Vancouver et de M. de Freycinet, n'offrent pas une confirmation moins frappante de la règle.

Si une discussion exacte des observations de l'aiguille horizontale montrait, comme cela paraît être au premier aperçu, qu'en chaque lieu les changements de déclinaison peuvent aussi se rattacher à la position de l'équateur magnétique, l'étude du mouvement de cette courbe acquerrait une nouvelle importance. C'est une recherche dont MM. de Freycinet et Duperrey possèdent tous les éléments, et qui nous paraît digne de fixer leur attention. Nous nous contenterons ici de faire remarquer qu'il résulte des observations de ces deux officiers, comparées à celles de Cook et de Vancouver, que la déclinaison, soit à Tahaïti au sud des deux équateurs, soit aux îles Sandwich, par une latitude boréale, est maintenant aussi peu variable que l'inclinaison.

L'expedition maritime de *l'Uranie* est la première

pendant laquelle on ait étudié les oscillations diurnes de l'aiguille aimantée horizontale. Les précieuses observations rapportées par M. de Freycinet ont établi d'une manière incontestable, qu'entre les tropiques l'étendue de cette oscillation est sensiblement moindre que dans nos climats. On paraissait pouvoir aussi en déduire que dans l'hémisphère austral, *quel que soit le sens de la déclinaison*, l'extrémité nord de l'aiguille se meut vers l'est aux mêmes heures où nous la voyons en Europe marcher vers l'ouest. Ce fait, à son tour, amenait à la conséquence qu'entre l'Europe et les régions où M. de Freycinet avait observé, il devait se trouver des points dans lesquels la variation serait absolument nulle. Il restait seulement à déterminer si ces points appartenaient à l'équateur magnétique ou à l'équateur terrestre. La seconde supposition ne pouvait guère se concilier avec l'existence à Rawack d'une variation diurne de trois à quatre minutes : car ce port, situé dans la terre des Papous, n'a que 1′ 1/2 de latitude sud. Néanmoins il paraissait désirable, pour dissiper toute incertitude, qu'on observât le phénomène entre les deux équateurs. Tel a été le principal objet de la relâche de M. Duperrey à Payta. Dans cette ville, située au nord de l'équateur magnétique et au sud de l'équateur terrestre, l'extrémité nord de l'aiguille, observée avec un microscope, se mouvait, comme en Europe, de l'orient à l'occident, depuis huit heures du matin jusqu'à midi. Ce déplacement angulaire était très-petit; mais sa direction, sur laquelle les observations ne laissaient aucune incertitude, paraissait autoriser la conséquence que tout le long de

l'équateur magnétique l'aiguille horizontale n'éprouve pas de variations diurnes. Dans d'autres stations placées comme Payta, à l'île de l'Ascension, par exemple, on a pu voir cependant que cette conclusion aurait été prématurée. Le phénomène est plus complexe qu'on ne l'imaginait. Peut-être les changements de déclinaison du Soleil qui, en Europe, occasionnent de si grandes variations dans l'amplitude des oscillations diurnes, amènent-ils, suivant les saisons, sous les tropiques, des mouvements de l'aiguille dirigés en sens inverse. Des observations ultérieures faites dans des mois et des lieux convenablement choisis, lèveront ces doutes. Aussi nous paraîtrait-il très-utile que l'Académie voulût bien, dès ce moment, recommander cette recherche d'une manière spéciale à l'attention des navigateurs, surtout si, comme on l'annonce, une nouvelle expédition de découvertes doit bientôt sortir de nos ports.

Pour terminer ce chapitre, dont nous espérons qu'on daignera excuser l'étendue, nous devons encore ajouter que M. Duperrey a donné toute son attention aux expériences d'où l'on peut déduire les intensités comparatives du magnétisme terrestre en divers lieux, et qu'il s'est également occupé des observations propres à donner les corrections dont les éléments magnétiques obtenus en pleine mer pourront être susceptibles. Il nous a semblé qu'en général ces corrections seront très-petites.

# CHAPITRE VII

## MÉTÉOROLOGIE

La météorologie se sera enrichie par l'expédition de *la Coquille,* d'un journal où, pendant trente-un mois consécutifs et sans qu'il y ait une seule exception, on a noté six fois par jour l'état de l'atmosphère, sa température, sa pression, et la température de la mer. Dans les relâches, à Payta, par exemple; à Waigiou, sous l'équateur terrestre; à l'Ile-de-France, à Sainte-Hélène, à l'Ascension, entre les tropiques; nos navigateurs ont eu l'incroyable patience d'observer le thermomètre et le baromètre de quart d'heure en quart d'heure, le jour et la nuit, pendant des semaines entières. Tant de soins ne seront pas perdus; des observations aussi minutieusement exactes, aussi détaillées, fourniront de précieuses données sur la loi qui lie les températures atmosphériques correspondantes aux différentes heures de la journée; sur la valeur de la période barométrique diurne et nocturne; sur les heures des *maxima* et des *minima*, etc. Grâce à l'extrême complaisance que M. Delcros, ingénieur-géographe très-distingué, a bien voulu avoir, à la prière de l'un de nous, d'aller à Toulon comparer les instruments de *la Coquille* à un baromètre qui lui appartient et dont l'accord avec celui de l'Observatoire se maintient depuis plusieurs années, on pourra décider, ce qui au reste n'est presque plus une question depuis qu'on a reçu en Europe les observations de MM. Bous-

singault et Riveiro, si la pression moyenne de l'atmosphère est la même dans tous les climats.

Depuis les célèbres voyages de Cook, personne ne doute plus que l'hémisphère sud ne soit en masse notablement plus froid que l'hémisphère nord; mais à quelle distance des régions équinoxiales la différence commence-t-elle à être sensible? Suivant quelle loi s'agrandit-elle à mesure que la latitude augmente? Quand ces questions auront été complétement résolues, on pourra soumettre à une discussion exacte les causes diverses auxquelles ce grand phénomène a été attribué. La relâche de M. Duperrey aux Malouines montrera déjà que par 51° 1/2 de latitude, la différence du climat est très-grande. Nous voyons en effet qu'au mouillage de la Baie-Française, du 19 au 30 novembre 1822, les températures moyennes de l'atmosphère et de la mer furent respectivement : + 8°.0 et + 8°.2 centigrades.

Le mois suivant, du 1er au 18, on trouva :

+ 10°.0 et + 9°.4. On peut donc adopter + 9°.0 centigrades pour la température moyenne des Malouines, dans les trente jours qui précèdent le solstice d'été de ces régions. Londres se trouve précisément sous la latitude de la Baie-Française : or, la température moyenne des douze derniers jours de mai et des dix-huit premiers jours de juin, d'après les tableaux publiés par la Société royale, est d'environ 15° centigrades : c'est 6° de plus qu'aux Malouines.

La recherche de la direction et de la vitesse des courants mérite, aux plus haut degré, de fixer l'attention des navigateurs. Les observations météorologiques ne

sont pas moins propres à hâter les progrès de cette branche importante de l'art nautique, que la méthode généralement employée par les marins, et qui consiste à comparer des latitudes et des longitudes déterminées astronomiquement, avec les latitudes et les longitudes correspondantes, déduites de l'observation de la boussole et du loch.

Les eaux d'une certaine région, quand elles sont transportées par un courant dans une région plus ou moins voisine de l'équateur, ne perdent dans le trajet qu'une partie de leur température primitive. L'Océan se trouve ainsi sillonné par un grand nombre de rivières d'eau chaude et d'eau froide, dont le thermomètre manifeste l'existence et indique jusqu'à un certain point la direction. Tout le monde connaît les recherches de Franklin, de Blagden, de Williams, de M. de Humboldt, sur le courant équinoxial, qui, après s'être réfléchi dans le golfe du Mexique, après avoir débouché par le détroit de Bahama, se meut du sud au nord, à une certaine distance de la côte orientale d'Amérique, et va, sous le nom de Gulf-Stream, tempérer le climat de l'Irlande, des îles Shetland et de la Norvége. A l'autre extrémité de ce vaste continent, le long des côtes du Chili et du Pérou, un courant rapide dirigé du sud au nord porte au contraire jusqu'au Callao les eaux froides du cap Horn et du détroit de Magellan. La température anomale de l'Océan, dans le port de Lima, avait déjà été remarquée dans le seizième siècle. Acosta dit en effet (liv. II, chap. 2, p. 70), qu'on peut rafraîchir les boissons au Callao en les plongeant dans l'eau de la

mer; mais c'est M. de Humboldt qui a prouvé le premier, par des expériences exactes, que cette température accidentelle est l'effet, du moins en grande partie, d'un courant méridional, dont la limite est le cap Blanc : plus au nord, dans le golfe de Guayaquil, il n'en a point trouvé de traces. Les nombreuses observations recueillies sur *la Coquille*, soit pendant sa navigation le long des côtes du Chili et du Pérou, soit durant son séjour à la Conception, à Lima et à Payta, fourniront sur ce curieux phénomène d'importantes données. A Payta, par exemple, la température de l'air était en général de 5, de 6 et même quelquefois de 7° centigrades supérieure à celle de la mer. La différence moyenne de ces températures, déterminée par treize jours d'observation dans le mois de mars, s'élève à 5° : pendant la relâche au Callao on a trouvé aussi une différence dans le même sens; mais elle est plus petite qu'à Payta, ce qu'on n'aurait peut-être pas supposé. Les journaux tenus dans tous les autres ports, celui de la Conception du Chili excepté, n'offrent rien de semblable : l'eau et l'atmosphère sur une moyenne de dix jours d'observation, donnent à fort peu près le même degré.

La considération des températures absolues ne fournirait pas une preuve moins certaine de l'existence de ce courant d'eau froide. Au port du Callao, du 26 février au 4 mars les témpératures moyennes de l'air et de la mer furent respectivement 21°.3 et 19°.1 centigrades. Au large, à 800 lieues des côtes, sous la même latitude, comme aussi sous une latitude plus grande, on trouva, du 7 au 10 avril, 25°.9 et 25°.6.

A Payta, du 10 au 22 mars, les températures moyennes de l'air et de l'eau que nous déduisons des journaux de *la Coquille* sont 25°.1 et 20°.0. Ici, le courant n'exerce plus, comme on le voit, une très-grande influence sur la température de l'atmosphère près de la côte; mais il est encore de 6 ou 7 degrés plus froid que l'Océan à pareille latitude dans tout autre parage.

Nous nous sommes livrés à cette discussion de quelques-unes des observations météorologiques rapportées par M. Duperrey, afin de montrer combien il serait désirable qu'elles fussent imprimées en entier : les sciences physiques et l'art nautique lui-même en tireraient un grand parti. Qu'il nous soit permis toutefois, en terminant ce chapitre, d'exprimer le regret que nous avons éprouvé, en ne trouvant point dans des journaux si riches, si précieux, quelques observations de la température de la mer à de grandes profondeurs. Cette recherche, qui se rattache d'une manière si directe à celle de l'existence des courants sous-marins, n'aurait cependant pas retardé d'un quart d'heure la navigation de *la Coquille*, puisqu'en général il eût suffi d'attacher un thermomètre à la sonde toutes les fois qu'on la jetait à la mer. Si des expériences aussi intéressantes ont été complétement négligées par M. Duperrey et ses collaborateurs, c'est uniquement, il est presque superflu de le dire, parce qu'ils manquaient des moyens de les faire avec exactitude. Il n'y avait pas en effet, à bord de la corvette, un seul de ces ingénieux thermomètres qui marquent par des index les *maxima* et les *minima* de température auxquels ils ont été exposés.

Rarement une expédition de découvertes quitte nos ports sans que l'Académie soit consultée par l'autorité, même sans qu'on la charge de rédiger des instructions; nous pensons qu'elle ne contribuerait pas d'une manière moins efficace aux progrès des sciences, si elle faisait préparer à l'avance, par les plus habiles artistes, quelques-uns des instruments de physique dont les navigateurs peuvent avoir besoin. Si l'Académie, comme nous l'espérons, daigne donner suite à la proposition que nous avons l'honneur de lui faire, non-seulement elle n'aura plus à l'avenir à signaler aucune lacune dans les travaux qu'on lui soumettra, mais elle contribuera à répandre l'esprit de recherche et le goût de la précision, parmi cette brillante jeunesse, pleine de talents et de zèle, qui peuple nos ports.

## CHAPITRE VIII

### MARÉES

Les observations de marées, dans la rapide navigation de *la Coquille,* ont eu pour objet principal la recherche de l'heure de l'établissement des ports. Les journaux de l'expédition renferment tous les éléments de ces déterminations. Sur quelques côtes, M. Duperrey a remarqué qu'il n'y avait qu'une seule marée dans les vingt-quatre heures. Des observations semblables se trouvent consignées dans les ouvrages de plusieurs anciens navigateurs; peut-être même sont-elles maintenant assez multipliées, pour qu'il soit possible d'arriver à quelque conclusion intéressante sur les causes locales

qui modifient aussi notablement le phénomène général. C'est une discussion à laquelle M. Duperrey a l'intention de se livrer.

Pendant l'observation des marées, quand le temps était calme, on faisait régulièrement, à bord de *la Coquille*, des expériences destinées à déterminer jusqu'à quelle profondeur il serait possible de voir, dans le cas où le fond de la mer aurait une nuance blanche bien prononcée : c'était en quelque sorte une mesure de la transparence de l'eau. L'appareil employé se composait d'une planche de 0m.66 de diamètre, peinte en blanc, et portant un poids attaché de manière qu'en descendant dans le liquide, elle demeurait horizontale. Les résultats, comme on pouvait s'y attendre, ont été très-dissemblables. A Offak, dans l'île Waigiou, par un temps calme et couvert, le 18 septembre, le disque disparut quand il fut descendu de 18 mètres. Le lendemain 14, le ciel étant serein, on ne cessa de voir le même disque qu'à la profondeur de 23 mètres. Au port Jackson, les 12 et 13 février (il est facile de reconnaître qu'ici la date a de l'importance), on n'a jamais pu voir la planche à plus de 12 mètres de profondeur, par un calme plat. La moyenne à la Nouvelle-Zélande, en avril, a été d'un mètre moindre. A l'île de l'Ascension, en janvier, sous des circonstances favorables, les limites extrêmes, dans une série de onze expériences, sont 9 et 12 mètres. Nous avons rapporté ces résultats parce qu'ils se rattachent à d'intéressantes questions dont les naturalistes se sont beaucoup occupés il y a quelques années.

# CHAPITRE IX

## COLLECTION GÉOLOGIQUE [1]

La collection géologique rapportée par *la Coquille* est due aux soins et aux recherches de M. Lesson. Elle n'est composée que de 330 échantillons ; mais ces échantillons ont été recueillis avec discernement, et ils proviennent de tous les pays où la corvette a abordé. Ils sont d'ailleurs d'un beau format et parfaitement caractérisés.

Douze de ces échantillons pris aux environs de Sainte-Catherine, sur la côte du Brésil, nous apprennent que cette partie du continent américain appartient aux terrains granitiques ordinaires.

Trente-trois échantillons provenant des îles Malouines nous confirment que ces îles appartiennent aux plus anciens terrains intermédiaires. M. Lesson n'y a trouvé que des phyllades, des grès quartzeux et des grauwackes, offrant rarement quelques empreintes organiques semblables à celles que nous connaissons ailleurs.

Vingt échantillons ont été recueillis aux environs de la Conception, sur la côte du Chili. Les uns venant de la presqu'île de Talcaguana, sont de roches talqueuses phylladiformes, et dépendent par conséquent des derniers terrains primordiaux. Les autres, pris sur le continent, offrent des roches granitiques ordinaires, et de plus, du véritable lignite stratiforme qu'on pourrait, au

1. Ce chapitre est de M. Cordier.

premier aspect, considérer comme de la houille. On exploite ce lignite à Penco; son existence peut faire présumer qu'il existe sur ce point une portion de terrain tertiaire assez étendue.

Deux échantillons de phtanite grisâtre ont été ramassés près de Lima; ils attestent la prolongation des terrains talqueux phylladiformes dans cette partie de la côte du Pérou.

Les environs de Payta, sur la même côte, ont fourni cinquante-deux échantillons trés-variés; ce sont : 1° des roches talqueuses phylladiformes, qui, au rapport de M. Lesson, constituent toute la contrée, laquelle appartient par conséquent au sol primordial; 2° des argiles, des grès et des calcaires grossiers, qui composent un territoire considérable dans lequel les couches sont horizontales. Ce vaste lambeau tertiaire est placé sur les roches talqueuses à 50 mètres au-dessus du niveau de la mer; son épaisseur est de 24 mètres dans les escarpements que M. Lesson a visités. Des argiles sablonneuses, entrecoupées de quelques veinules de gypse fibreux et de grès quartzeux, constituent les assises inférieuses; des variétés nombreuses de calcaire grossier forment les assises supérieures. Ces variétés offrent les analogies les plus remarquables avec plusieurs des variétés du calcaire grossier des environs de Paris. Leur découverte est aussi curieuse qu'importante.

Il a été pris vingt-cinq échantillons dans deux des îles de la Société, savoir : à Tahiti et à Borabora. Tous les échantillons de Tahiti sont des laves basaltiques bien caractérisées et peu anciennes. Il en est de même de la

plupart de ceux de Borabora ; les autres présentent une belle variété de dolérite.

Les environs du port Praslin à la Nouvelle-Irlande ont fourni sept échantillons d'un calcaire madréporique récent, semblable à celui qui figure dans la constitution de presque toutes les îles de la mer Pacifique.

A l'île de Waigiou, près de la terre des Papous, M. Lesson a recueilli vingt-une variétés des roches serpentineuses qui abondent sur ce point.

Aux Moluques, l'île de Bourou a fourni six échantillons de talcite phylladiforme, soit carburé, soit quartzifère, et l'île d'Amboine a donné quatre échantillons de calcaire madréporique récent.

Les échantillons recueillis tant dans les contrées voisines du port Jackson, que dans les montagnes Bleues, augmentent beaucoup nos connaissances sur ces parties de la Nouvelle-Hollande. Les échantillons, au nombre de soixante-dix, nous offrent : 1° les granites, les syénites quartzifères et les pegmatites, qui constituent le second plan des montagnes Bleues ; 2° les grès ferrugineux, et renfermant d'abondantes paillettes de fer oligiste, qui couvrent non-seulement une vaste étendue de pays près des côtes, mais encore le premier plan des montagnes Bleues ; et 3° le lignite stratiforme qu'on exploite au mont York, à 330 mètres au-dessus du niveau de la mer, et dont la présence ajoute aux motifs qui portent à penser que les grès ferrugineux de ces contrées appartiennent aux systèmes des terrains tertiaires.

Vingt-sept échantillons ramassés à la terre de Van-

Diemen, dans les environs du port Dalrymple, et près du cap Barren, indiquent : 1° des terrains de pegmatite et de serpentine ; 2° des terrains intermédiaires coquilliers, formés de grauwacke schistoïde et de pierre calcaire ; 3° des terrains très-récents, composés d'argile sablonneuse et ferrugineuse avec géodes de fer hydraté, et du bois fossile à différents états. On distingue en outre de belles topazes blanches ou bleuâtres parmi les galets quartzeux qui ont été recueillis au cap Barren.

Huit échantillons venant de la Nouvelle-Zélande, présentent : 1° une belle variété d'obsidienne ; 2° du basalte écailleux passant à la phonolite ; et 3° un tuf d'un rouge vif semblable à celui qui figure d'une manière si prononcée dans les montagnes volcaniques du Mezin en France, et de la Chaussée-des-Géants en Irlande. Les naturels s'en servent pour se peindre le corps ; ils l'emploient aussi à colorer leurs pirogues.

Enfin, les autres échantillons sont des produits volcaniques provenant de l'Ile-de-France, de l'île de Sainte-Hélène et de l'île de l'Ascension. Les roches de Sainte-Hélène consistent en porphyres trachytiques, celles de l'île de l'Ascension sont basaltiques, à l'exception d'une belle variété d'obsidienne verdâtre qui est chatoyante comme celle du Pérou.

On voit, par ces détails, que les récoltes géologiques de M. Lesson concourent à compléter les données que nous possédions déjà sur plusieurs parties des vastes contrées parcourues par l'expédition, et qu'elles nous fournissent des documents nouveaux et importants sur plusieurs points qui n'avaient point encore été reconnus.

## CHAPITRE X

### ZOOLOGIE [1]

M. le capitaine Duperrey, M. d'Urville, commandant en second, et MM. Lesson et Garnot, officiers de santé, qui s'étaient particulièrement occupés des recherches de zoologie pendant le voyage, se sont empressés de mettre sous nos yeux tous les objets qu'ils ont recueillis, ainsi que les journaux et les registres où ils ont consigné leurs observations; plusieurs de nos collègues du Muséum d'Histoire naturelle ont examiné avec nous ces belles collections; M. Valenciennes, aide-naturaliste de cet établissement, a dressé un catalogue des animaux vertébrés, des mollusques et des zoophytes qui en font partie; et M. Latreille s'est chargé personnellement de la partie des insectes, des crustacés et des arachnides. C'est d'après ces matériaux qu'a été rédigé le compte que nous allons rendre : il était naturel que nous le déclarassions, non-seulement pour marquer notre reconnaissance à ceux qui nous ont secondés, mais encore pour invoquer à l'appui de notre jugement l'autorité qui leur appartient.

Nous devons parler avant tout du bon état de conservation dans lequel ces collections sont arrivées; c'est en histoire naturelle un mérite de la plus haute importance, et qui élève les expéditions de ces derniers temps infiniment au-dessus de celles qui les ont précédées.

1. Ce chapitre a été rédigé par M. Cuvier.

Les naturalistes expérimentés savent que des observations répétées, et des comparaisons scrupuleuses peuvent seules constater l'espèce d'un être organisé, et quand on n'a point commencé par là, tout ce que l'on peut dire de cet être, de ses mœurs, de son utilité ou des particularités de son organisation, demeure sans base; aussi les ouvrages qui donnent aujourd'hui le plus de tourment aux naturalistes, ceux qui les mettent quelquefois à une sorte de torture, sont ceux des voyageurs qui ont été obligés, par les circonstances où ils se trouvaient, de faire toutes leurs observations pendant la route, sans rapporter ni déposer dans un cabinet connu les objets qu'ils avaient observés. Les descriptions les plus soignées, les figures en apparence le mieux faites, lorsque les objets mêmes ne les accompagnent pas, sont loin d'être toujours en état de satisfaire à ce premier besoin de la science. Il arrive sans cesse qu'à la suite d'une espèce que l'on croyait bien définie par un certain nombre de caractères, vient s'en placer une autre qui a les mêmes caractères que la première, et qui s'en distingue seulement par quelques traits peu apparents que le descripteur, isolé de l'une et de l'autre, n'a pas songé à noter; si le naturaliste ne peut les voir ensemble et les comparer point à point avec les yeux les plus attentifs, il ne parviendra jamais à en saisir les différences, et cependant c'est trop souvent sur des données aussi insuffisantes que l'on hasarde les doctrines les plus générales et les plus importantes, telles que la géographie des animaux, les limites de leur extension, et toutes les conséquences qui se rattachent à cet ordre de faits.

Les botanistes tombent moins souvent dans ces inconvénients, parce que la facilité avec laquelle les végétaux se conservent en herbier leur a procuré de tout temps les moyens de comparer immédiatement les objets de leurs études ; mais il n'en est pas de même en zoologie, où, les insectes et les coquilles exceptés, on ne peut former de collections durables sans de grands frais, des soins minutieux et une patience à toute épreuve.

On ne peut donc exprimer trop vivement la reconnaissance que l'on doit au Ministère de la marine, qui depuis ces derniers temps n'a ordonné aucun voyage scientifique sans y admettre des personnes exercées à la préparation des animaux, et qui leur a donné l'ordre non-seulement de faire sur tous les points la récolte générale de ceux qui se présenteraient, mais encore de les déposer, aussitôt après leur retour, au cabinet du roi, où l'administration prend, de son côté, les mesures nécessaires pour leur conservation, et où, placés au milieu de tous les objets des mêmes genres, ils offrent au naturaliste des moyens assurés d'en fixer positivement et dans tout le détail nécessaire les caractères comparatifs.

Pour revenir à l'objet de ce rapport, nous devons donc déclarer que les hommes estimables attachés comme zoologistes à l'expédition de M. Duperrey n'ont été rebutés par aucune fatigue. Chasseurs et pêcheurs, non moins que préparateurs, ils ont recueilli autant d'objets que l'on pouvait en attendre du nombre et de la durée des relâches qu'ils ont faites; loin de se voir contrarier par les marins, comme il n'est que trop souvent arrivé

à d'autres, ils les ont eus tous pour auxiliaires; indépendamment de M. d'Urville, ils ont été secondés surtout par M. Bérard. Tout ce qu'ils ont recueilli a été conservé malgré les obstacles qu'opposent à ce genre d'opération la chaleur des climats qu'ils ont visités et le peu de secours qu'on y trouve de la part des indigènes; ils ont fidèlement et sans réserve déposé à leur retour leurs collections dans un établissement consacré à la science prise dans son acception la plus élevée, établissement où tous les naturalistes peuvent les étudier en concurrence avec eux, bien que certainement aucun homme digne de ce nom n'aura assez peu de délicatesse pour en rien publier avant eux ou sans leur agrément. A ces objets matériels, ils ont joint des notes détaillées sur les lieux et les temps où ils les ont recueillis, sur les noms qu'on leur donne dans les idiomes des divers peuples, sur les usages qu'on en fait; ils ont consigné dans leurs journaux beaucoup d'observations sur les habitudes des animaux; enfin, avec un talent que Péron lui-même n'avait trouvé que dans les artistes de profession qu'on lui avait adjoints, ils en ont fait des figures soignées et coloriées d'après la nature vivante ou immédiatement après la mort; cette dernière attention est encore d'un avantage immense pour les poissons, pour les mollusques, et pour les zoophytes, dont les premiers perdent promptement leurs couleurs, et dont les autres changent même de forme au point d'être entièrement méconnaissables; et en effet, ce ne sera que depuis Péron que l'on aura commencé à connaître véritablement les mollusques et les zoophytes de la zone torride. Les naturalistes russes de MM. Krusen-

stern et Kotzebue sont même jusqu'à présent les seuls qui partagent avec nos naturalistes français l'honneur d'avoir agrandi ce nouveau domaine de la science. Mais nous ne devons pas nous borner à cet exposé général ; et il convient, pour rendre une entière justice à nos zoologistes, que nous entrions dans le détail des matériaux qu'ils ont procurés à l'Histoire naturelle.

Tout ce qui concerne les animaux vertébrés a été recueilli principalement par MM. Lesson et Garnot ; ils se sont aussi beaucoup occupés des coquilles, des mollusques, des madrépores ; mais c'est surtout M. d'Urville qui s'est attaché à la recherche des insectes et des autres petits animaux articulés.

L'histoire de l'espèce humaine a attiré leurs premiers regards. Ils se sont procuré des crânes de plusieurs races, autant que le leur a permis le devoir de ne pas blesser le respect de ces peuples pour les tombeaux de leurs pères. Ils ont apporté entre autres ceux d'une peuplade peu connue de l'intérieur de la Nouvelle-Guinée, qui porte le nom d'*Alfourous.*

La classe des quadrupèdes ne pouvait leur fournir beaucoup de grandes espèces, puisqu'ils n'ont point fait de séjour prolongé sur de grandes terres. Ils n'en ont rapporté que douze ; mais dans ce nombre, il en est une, le *lapin noir* des îles Malouines, qui nous paraît nouvelle pour la science ; une autre, le grand Phalanger tacheté, qui n'était point au Muséum d'histoire naturelle, et deux ou trois qui n'y sont qu'en mauvais état.

Deux crânes de l'espèce de dauphin dite *à scapulaire blanc*, que Péron avait décrite, mais dont il n'avait rien

rapporté, sont aussi une acquisition intéressante pour nos collections anatomiques.

Les oiseaux sont beaucoup plus nombreux. Il s'en trouve 254 espèces, et plusieurs y sont à quatre, quelques-unes à six et à huit individus. Sur les 254 espèces, 46 ont paru nouvelles pour la science, c'est-à-dire qu'on ne les croit pas encore décrites par aucun naturaliste; quelques-unes, quoique décrites, manquaient aux collections du cabinet du roi; toutes ont de l'intérêt par leur rareté et leur beauté, et d'après les intentions de M. le Ministre de la marine, celles dont le cabinet du roi n'aura pas besoin iront orner ceux que l'on forme dans les ports.

Nous remarquerons, dans le nombre des plus remarquables, un cassican à reflets métalliques aussi brillants que ceux du calibé de Buffon, et qui chante mieux que les autres espèces. Nos zoologistes ont eu le soin de rapporter sa trachée-artère. Un des motifs qui avaient fait choisir la Nouvelle-Guinée pour un des principaux buts du voyage était d'y observer les oiseaux de Paradis dans leur climat natal et dans leur état naturel. Ces Messieurs en ont en effet tué sur le sommet des arbres élevés où ils se tiennent, et les ont rapportés dans un état parfait d'intégrité. Ils en ont entre autres apporté une femelle dont on ne connnaissait auparavant qu'un individu incomplet dans un cabinet de Hollande. Le Prion de M. de Lacépède, la Vaginale de Latham, sont aussi de ces genres rares dont on n'avait que très-peu d'individus en Europe, et dont nous devrons une belle suite à cette expédition.

Le nombre des espèces de reptiles est de 63, dont 15 ou 20 au moins seront probablement nouveaux, et dont près du quart manquaient au Muséum. Il s'y trouve entre autres un Python de la Nouvelle-Hollande, long d'environ 2 mètres.

Mais c'est surtout dans la classe des poissons que la récolte de MM. Lesson et Garnot a été abondante. Ils en ont rapporté dans la liqueur 288 espèces, presque toutes en nombre et dans un état de conservation très-remarquable, quoiqu'ils n'aient point enlevé les intestins, ce qui les rend doublement précieuses; plus de quatre-vingts, dans le nombre, seront certainement nouvelles, et à mesure qu'on les étudiera, on en trouvera probablement d'autres dans ce cas. On conçoit que ce n'est pas après une première revue qu'il est possible de prononcer sur une classe dont la nomenclature est si difficile.

Mais ce que M. Lesson a fait de particulièrement méritoire pour l'ichthyologie, c'est d'avoir dessiné plus de 70 de ces poissons avec leurs couleurs naturelles : c'est un service rendu à la science, même par rapport aux espèces connues, qui le plus souvent n'ont été décrites en Europe que sur des individus décolorés par le dessèchement ou par la liqueur spiritueuse dans laquelle on les avait apportés. Beaucoup de ces figures sont faites pour nous surprendre par la différence qu'elles nous montrent entre des couleurs que l'on supposait et celles de la nature. En les faisant graver en couleur comme il l'a fait pour celles des peintres de l'expédition de M. de Freycinet, le Ministère continuera de fournir à l'ichthyologie un genre de matériaux dont elle a trop manqué

jusqu'ici ; car on sait que, même dans le fameux ouvrage de Bloch, les figures des poissons étrangers sont presque toutes coloriées à faux ; nous ferons remarquer parmi les plus intéressants des poissons que nos zoologistes ont rapportés, le *Squalus philippi*, dont on n'avait que les mâchoires extraordinaires par leurs dents disposées en spirale ; un genre nouveau de la famille des anguilles, voisin des sphagebranches ; le *macolor*, poisson singulier que l'on ne connaissait que par l'ouvrage de Renard, et qui est du genre des diacopes. Leur collection aura surtout le mérite d'éclaircir l'histoire de plusieurs poissons dont on n'avait que des descriptions sans figures dans les manuscrits de Commerson et de Forster.

M. Lesson n'a pas montré moins de discernement en s'attachant à peindre les mollusques d'après le vivant. Ses figures formeront une suite précieuse à celles qu'avait données Péron, et à celles que MM. Quoy et Gaimard commencent à publier. Elles représentent plus de 150 de ces mollusques ou zoophytes, dont une grand nombre sont de la plus grande beauté, soit par les tentacules diversement ramifiées qu'ils étalent, soit par l'éclat et la variété des couleurs dont ils brillent.

Cependant nos naturalistes n'ont point négligé de conserver autant qu'ils l'ont pu ces mollusques et ces zoophytes. Si les contractions et les décolorations qu'ils subissent ne nous permettent pas de les contempler dans toute leur beauté, nous avons du moins la facilité de prendre connaissance des principaux traits de leur structure, et à peu près de tout ce qu'il importe de

connaître sur leur organisation intérieure. Les espèces ainsi conservées dans la liqueur vont à plus de 50, dont une vingtaine au moins sont entièrement nouvelles pour nous : telles sont les *glaucus*, l'animal du *concholepas*, une *anatife* presque sans coquilles, qui fera un nouveau genre voisin des *otions*. Les coquilles vont environ à 120 espèces, dont cinquante sont univalves ; il y a entre autres un Monorero remarquable par sa grande taille et sa forme allongée. Parmi les zoophytes conservés dans la liqueur, un grand nombre d'holothuries se font remarquer par leur grandeur et la belle conservation de leurs couleurs. Il y a aussi plusieurs oursins et plusieurs astéries, et un isis hippuris encore enduit de sa croûte à polypes, qui prouve à quel point ce corail est voisin des gorgones.

Comme nous l'avons déjà dit, c'est principalement à M. d'Urville que l'on devra la riche collection d'insectes qui fait partie des résultats de cette expédition. Cet habile marin s'était chargé en quelque sorte de ce travail par surérogation, et ne s'y livrait que dans les moments de loisir que lui laissaient ses fonctions principales. Aussi le présent qu'il a fait de ses insectes au Muséum peut-il être regardé comme un acte de pure générosité. Déjà, lors de sa revue de la mer Noire avec le capitaine Gauttier, il avait soigné les intérêts du Muséum ; mais dans ce voyage-ci il s'est vu à même de lui prouver encore mieux son zèle et son désintéressement. Les insectes qu'il y a déposés montent à près de 1,200, formant environ 1,100 espèces, savoir : 361 coléoptères, 428 lépidoptères, et le reste pris dans les autres ordres.

M. Latreille estime que, sur ce nombre, 450 espèces au moins manquaient au Muséum d'histoire naturelle, et que 300 environ ne sont point encore décrites dans des ouvrages publiés. Elles viennent du Chili, de Lima et Payta dans le Pérou, et plus spécialement du port Praslin dans la Nouvelle-Irlande, d'Offak à la terre des Papous, de Dory à la Nouvelle-Guinée, de Bourou dans les Moluques, d'Otaïti et des Malouines. Quoique le Muséum possédât déjà un grand nombre de ces animaux de la Nouvelle-Hollande et du Brésil, il ne laisse pas que d'en acquérir par ce voyage plusieurs espèces dont il était dépourvu, et qui habitent exclusivement ces contrées.

M. Lesson avait aussi formé une collection d'insectes dans laquelle M. d'Urville a choisi tous ceux qui avaient échappé à ses investigations. C'est encore au zèle de M. Lesson, secondé par M. Garnot, que le Muséum sera redevable d'une soixantaine de crustacés propres aux mers qu'ils ont parcourues, et dont quelques-uns sont nouveaux.

Une louange particulière que nous devons aux officiers dont nous venons d'exposer les travaux, c'est qu'en véritables naturalistes, ils ont tout recueilli, jusqu'aux plus petites espèces, jusqu'à celles qu'ils auraient pu soupçonner d'être communes même sur nos côtes; ils n'ont point imité tant de voyageurs qui, ayant la prétention de faire un choix et de n'apporter que ce qui leur paraît remarquable, négligent précisément ce qui aurait été intéressant. Nous le répétons parce qu'on ne saurait trop le redire aux voyageurs, le plus savant na-

turaliste, quand il voit une espèce isolée, est hors d'état de dire si elle n'est pas nouvelle; ce n'est qu'en ayant sous les yeux la série des espèces voisines qu'il peut s'assurer de ses caractères. Ainsi ceux-là sont dans une grande erreur qui en voyage s'occupent d'autre chose que de rassembler des moyens d'études, soit par la préparation, soit par le dessin des choses que la préparation ne peut préserver, soit enfin en écrivant toutes les circonstances fugitives que l'objet ne porte pas avec lui, et qui perdent leur temps à faire des descriptions ou des recherches de nomenclature qu'il faudra toujours recommencer quand on sera arrivé à son cabinet. C'est d'après ces vues que les voyageurs des dernières expéditions ont dirigé et ménagé leur activité : aussi ne leur reste-t-il, pour avoir rempli autant qu'il était en eux les vœux des naturalistes, que d'obtenir du gouvernement du roi les moyens de publier leurs découvertes avec promptitude et d'une manière digne de la nation pour l'honneur de laquelle ils ont travaillé.

## CHAPITRE XI

### BOTANIQUE

Dans le partage que les officiers attachés à l'expédition de M. Duperrey avaient fait entre eux des divers sujets de recherche dont il devaient s'occuper, M. Dumont d'Urville se trouva naturellement chargé de la botanique. Les riches collections de plantes et d'insectes qu'il avait rapportées, en 1820, de ses campagnes dans l'archipel

Grec et dans la mer Noire, montraient déjà tout ce qu'on pouvait attendre de son zèle et de son expérience. Quoique M. d'Urville, en sa qualité de commandant en second de la corvette, se trouvât obligé de veiller, dans les ports, à tous les minutieux détails relatifs aux approvisionnements; quoique la surveillance de l'équipage formât aussi une partie assujettissante de ses fonctions, cet officier, grâce à la bonne harmonie qui a constamment régné sur *la Coquille*, a pu, sans que le service en souffrît, concilier les devoirs de son grade avec les recherches scientifiques. Les régions humides des Malouines; la Silla brûlante de Payta; les îles de Tahiti et Borabora; les plaines de Bathurst au delà des montagnes Bleues; l'archipel des Carolines, sont successivement devenus l'objet de ses explorations. L'herbier qu'il a rapporté se compose de près de 3,000 espèces; sur ce nombre on estime qu'il y en a environ 400 nouvelles. Plusieurs autres, quoique déjà connues, sont rares et ne se trouvent pas dans les collections du Muséum d'histoire naturelle.

M. d'Urville, au reste, ne s'est pas contenté de recueillir les plantes qui s'offraient à ses regards; il les a analysées et décrites avec soin. Celles dont les organes trop délicats n'auraient pas pu être conservés ont été dessinées sur les lieux avec beaucoup de succès par M. Lesson. Les flores particulières des diverses contrées où *la Coquille* a relâché feront connaître dans quels rapports numériques les familles, les genres et les espèces s'y trouvent distribués. On ne voit pas, par exemple, sans surprise que, dans une étendue de plus de

4,000 lieues, dans toute la zone intertropicale, depuis l'Ile-de-France jusqu'à Otahiti et beaucoup au delà, sur les îles comme sur les continents, le règne végétal offre un très-grand nombre d'espèces identiques; tandis que les îles de Sainte-Hélène et de l'Ascension, situées aussi sous cette zone dans l'océan Atlantique, produisent des espèces qui leur sont particulières, et qu'on ne retrouve ni au Brésil, ni en Afrique par les mêmes latitudes.

M. d'Urville, ayant eu l'attention de noter autant que possible le degré de fréquence relative de chaque espèce végétale, dans tous les terrains qu'il a parcourus, aura ainsi fourni à ceux qui s'occupent spécialement de la géographie botanique de précieuses données. Les notes dont ses herbiers sont accompagnés, sur l'utilité de certaines espèces de plantes dans l'économie domestique, sur la nature et l'élévation du sol où elles croissent, sur les noms qu'elles portent dans les diverses îles, ne sont pas moins curieuses. Ajoutons que durant son voyage M. d'Urville avait envoyé au Muséum divers paquets de graines : les espèces qui en proviennent y sont maintenant cultivées. Les objets nombreux recueillis et observés par cet officier étendront notablement le domaine des sciences naturelles, et lui assurent la reconnaissance de tous ceux qui les cultivent.

## CHAPITRE XII

### RELATION HISTORIQUE

Les documents que rapporte l'expédition sur les mœurs et les habitudes des diverses peuplades des Carolines, sur les indigènes de la Nouvelle-Zélande, sur les habitants d'Otahiti, si différents aujourd'hui de ceux que Cook et Bougainville y trouvèrent, nous ont paru pleins d'intérêt. Les vocabulaires des langues de ces îles que M. Duperrey a recueillis sont très-nombreux. On en doit quelques-uns aux propres recherches de nos voyageurs. Le plus grand nombre leur a été communiqué par les missionnaires anglais. Ces vocabulaires exciteront au plus haut degré la curiosité de ceux qui cherchent à retrouver comment la migration des peuples s'est opérée dans la vaste étendue de la mer du Sud. L'on devra à M. Gabert, agent comptable, auquel les langues européennes sont devenues familières, des renseignements curieux sur l'état du commerce et de l'industrie des colonies visitées par *la Coquille.* Quant aux traits physiques des habitants de ces divers archipels, ils sont représentés dans une série de 43 portraits exécutés avec beaucoup de talent, à l'aide de moyens optiques, par M. Lejeune. La ressemblance, d'après le témoignage unanime des officiers de *la Coquille*, est plus parfaite qu'on ne l'avait jamais obtenue par d'autres méthodes. On doit encore à M. Lejeune 57 dessins de costumes; 40 petits tableaux; 83 vues ou paysages; enfin, 59 dessins représentant des armes, des ustensiles de ménage

et divers autres objets. L'auteur de ce riche portefeuille n'avait été embarqué sur *la Coquille* que comme amateur. Un dessinateur en titre et soldé eût difficilement montré, comme on le voit, plus de zèle et d'activité. Personne n'aura de doute sur l'heureux parti qu'on tirera de plusieurs de ces dessins pour orner la relation historique du voyage, quand nous aurons annoncé que M. le général Lejeune veut bien consentir à devenir, dans ce travail, le guide de son neveu. M. Bérard, dont nous avons eu déjà si souvent l'occasion de signaler l'activité, a dessiné avec un succès très-remarquable toutes les espèces de pirogues dont se servent les habitants des nombreux archipels de la mer du Sud. C'est un travail complet en son genre, et qui fournit plus d'une occasion d'admirer à quel point le besoin et une longue expérience suppléent aux connaissances scientifiques.

## CHAPITRE XIII

### CONCLUSION

L'Académie trouvera, dans les analyses qui précèdent la preuve que le voyage de *la Coquille* mérite d'occuper un rang distingué parmi les plus brillantes expéditions scientifiques exécutées, soit par la marine française, soit par celles des autres nations. La Commission n'a qu'un vœu à émettre : c'est qu'une publication prompte et détaillée mette le monde savant en possession des richesses aussi nombreuses que variées dont on est redevable au zèle, au talent et à l'infatigable activité de M. Duperrey et de ses collaborateurs.

# VOYAGE DE LA CHEVRETTE[1]

M. le ministre de la marine écrivit à l'Académie, en date du 30 janvier dernier, pour l'inviter à vouloir bien faire examiner les travaux de divers genres exécutés à bord de la corvette du roi *la Chevrette*, pendant la campagne que ce bâtiment venait de terminer sous le commandement de M. Fabré, lieutenant de vaisseau. La Commission que vous aviez chargée de vous rendre compte des collections d'histoire naturelle vous a déjà exprimé la vive satisfaction qu'elle avait éprouvée en voyant tout ce dont la science serait redevable au zèle infatigable de M. Reynaud, chirurgien en chef du bâtiment, et aux secours que les officiers s'étaient empressés de lui offrir. Nous aurons donc à vous parler seulement des recherches qui ont eu pour objet le perfectionnement de la Géographie, de la science du Magnétisme terrestre et de la Météorologie. Ces travaux, au reste, nous fourniront une nouvelle occasion de faire ressortir le dévouement et l'habileté dont les jeunes officiers de notre marine ont donné de si brillantes preuves depuis quelques années.

1. Rapport fait à l'Académie des Sciences, le 27 avril 1829, par une Commission composée de MM. de Rossel, Mathieu et Arago (rapporteur), sur les travaux relatifs aux sciences mathématiques qui ont été exécutés pendant le voyage de *la Chevrette*.

*La Chevrette* partit de Toulon le 29 mai 1827, et relâcha pour la première fois à Saint-Denis de l'île de Bourbon, après 90 jours de traversée. De Saint-Denis elle fit voile pour Pondichéry; elle visita ensuite Madras, Calcutta et Rangoon, au Pégu. Le 17 janvier 1828, elle était déjà de retour à Pondichéry. Le 22 du même mois, *la Chevrette* se dirigea sur Ceylan où elle aborda le 29 janvier, après avoir touché dans sa route à Karikal. Les travaux dont elle était chargée la retinrent à Trinquemalay dix-huit jours, et au mouillage de Kaits jusqu'au 16 mars; ensuite elle retourna à Pondichéry et y séjourna depuis le 19 mars jusqu'au 1er avril. Le 2, la corvette mit sous voiles pour l'île de Java; elle y visita successivement Anier et Batavia. Le 2 juillet, elle retournait pour la quatrième fois à Pondichéry. Après un mois de séjour dans cette rade, *la Chevrette* partit pour la France. Dans sa traversée, elle ne toucha qu'à False-Bay; enfin elle jeta l'ancre au Havre le 11 décembre dernier, après 368 jours de mer et 194 jours de rade.

Pendant cette longue navigation, M. Fabré a fixé chronométriquement la position d'une des îles du cap Vert; il s'est assuré que les îles Saint-Georges, Roquepiz et les Sept-Frères n'existent pas dans la place que le Neptune oriental de Daprès leur assigne. Il a reconnu la partie nord d'un passage situé dans l'archipel des Maldives, et que les bâtiments allant d'Europe à la côte de Coromandel pourront suivre désormais avec avantage et sécurité. Il a fait lever, par M. de Blosseville, le cours de l'Irrawaddy, depuis Rangoon jusqu'à Danoubiou; il a confié à M. Jeanneret la reconnaissance du bras de la

même rivière compris entre Rangoon et la mer, et à M. Paquet celle de la branche qui remonte jusqu'à Pégu, ancienne capitale du royaume. Dans la partie nord de Ceylan, M. de Blosseville a fait, d'après les ordres de son commandant, la reconnaissance de la côte depuis le cap Palmas jusqu'au fort Ham-en-Hiel et le plan détaillé du mouillage de Kaïtz et de ses environs. En allant à Batavia, le même officier a observé un assez grand nombre de points pour avoir à apporter des rectifications importantes, soit aux cartes du détroit de la Sonde, soit à celles de la partie nord de Java. La rade de Batavia a été aussi le théâtre de son zèle infatigable.

*La Chevrette* était munie d'une collection complète d'instruments magnétiques, destinés aux observations qu'on peut faire à terre. Ces instruments furent éprouvés à Paris, avant le départ; on les a essayés depuis le retour. Durant le voyage, ils ont été mis en expérience dans tous les points de relâche; ainsi l'expédition nous aura procuré des mesures de la déclinaison, de l'inclinaison et de l'intensité magnétique, pour Toulon, l'île de Bourbon, Pondichéry, Calcutta, Chandernagor, Rangoon, Danoubiou, Karikal, Trinquemalay, Jaffnapatman, Arepa, Changani, Batavia et Simon's Town. Toutes ces observations ont été faites avec le plus grand soin; dans la plupart des stations, les résultats des différentes aiguilles se sont accordés autant qu'un physicien placé dans un observatoire sédentaire aurait pu l'espérer. Les observations de l'aiguille horizontale fixeront plusieurs points des lignes sans déclinaison; les observations de l'inclinaison ne seront pas moins utiles, car elles servi-

ront à tracer l'équateur magnétique dont la position, dans l'Inde, ne se fonde que sur des mesures anciennes et en général assez imparfaites. La discussion de ces précieuses observations confirmera sans doute ce qu'on a déjà découvert sur le mouvement qui transporte graduellement la ligne sans inclinaison de l'orient à l'occident; mais peut-être pourront-elles servir, en outre, à décider une question encore incertaine, celle de savoir si le mouvement de cette courbe est ou n'est pas accompagné d'un changement dans sa forme.

L'examen attentif que nous avons fait des observations d'intensité nous a montré que leur discussion sera accompagnée de quelque difficulté : les aiguilles, en effet, ont toutes perdu pendant le voyage une partie notable du magnétisme dont elles étaient douées au moment du départ; mais l'attention qu'on a eue de les observer à Pondichéry dans diverses relâches, et les observations de Paris, comparées à celles du commencement de 1829, permettront, nous l'espérons du moins, de déterminer la loi de cette perte et d'obtenir des résultats comparables. Vos commissaires croient ne pas devoir passer à un autre article du rapport, sans consigner ici les noms des observateurs qui ont étudié les phénomènes magnétiques. Nous dirons, en conséquence, que les observations de Paris, de 1827 et de 1829, sont de M. de Blosseville; que les observations faites à Toulon avant le départ de l'expédition appartiennent au commandant et au jeune lieutenant de vaisseau que nous venons de nommer; que les mesures d'inclinaison de Pondichéry, à la première relâche, que la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité à Rangoon, sont

de MM. Fabré et Jeanneret; que partout ailleurs, les recherches relatives au magnétisme terrestre ont été exclusivement confiées à M. de Blosseville. Dans ce travail extrêmement pénible et délicat, ce jeune officier avait été souvent secondé par un matelot (M. Baslé) qui a péri à Batavia, victime de son zèle.

Les observations météorologiques faites à bord de *la Chevrette* pendant les diverses traversées, formeront une des plus intéressantes acquisitions dont la Physique se soit enrichie depuis longtemps. Ces observations sont consignées avec le plus grand ordre dans quatre registres: les instruments employés avaient été comparés à des étalons exacts avant le départ de l'expédition; on les a aussi vérifiés depuis son retour. On a évité autant que possible les erreurs qui auraient pu dépendre du rayonnement du bâtiment. Ce travail, en un mot, ne laissera rien à désirer du côté de l'exactitude. Pour faire juger de son étendue, il nous suffira de dire par exemple, que la température de l'atmosphère et celle de l'Océan, ont été enregistrées d'heure en heure, tant de nuit que de jour, pendant toute la durée du voyage. Le baromètre a été observé régulièrement durant treize mois, ordinairement douze ou quinze fois par jour; dans d'autres circonstances, de demi-heure en demi-heure et même de dix minutes en dix minutes. Cette multitude d'observations nous éclairera sur la hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer et sur la valeur qu'atteint la période diurne loin des côtes, c'est-à-dire dans des circonstances où la température de l'atmosphère varie très-peu toutes les vingt-quatre heures. On aura aussi maintenant le

moyen de rechercher si la remarque faite par Flinders à la Nouvelle-Hollande, concernant les influences dissemblables que les vents de terre et les vents de mer exercent sur la pression atmosphérique, est également applicable à l'océan Indien. Quelques séries d'observations comparatives faites en mer, à l'aide de thermomètres dont les boules étaient blanches et noires, auront d'autant plus d'intérêt, que les capitaines Parry et Franklin se sont livrés vers les pôles à des recherches analogues, et que l'on a cru pouvoir en déduire que les rayons solaires produisent d'autant moins d'effet qu'on est plus près de l'équateur. Les physiciens apprendront aussi avec satisfaction que nos navigateurs ont déterminé la température de la mer à de grandes profondeurs, en se servant de thermométrographes bien construits. Les expériences de ce genre ont toujours excité la curiosité, parce qu'elles donnent lieu de rechercher comment, sous les tropiques, sont entretenues ces couches inférieures dont la température paraît être beaucoup au-dessous de celle que la surface de la mer peut acquérir par voie de rayonnement; mais elles doivent d'autant plus stimuler aujourd'hui le zèle des marins, qu'il semble résulter de quelques expériences récentes que l'eau salée n'a pas, comme l'eau douce, un maximum de densité avant le degré de sa congélation, et que l'on était jusqu'ici parti de cette hypothèse dans presque toutes les dissertations que la diminution de température des eaux de l'Océan avait fait naître.

Le grand travail dont nous venons de présenter l'analyse a été fait par M. de Blosseville et par les deux chefs

de timonnerie de *la Chevrette*, MM. Le Gay et Vidal, que ce jeune officier avait exercés à la pratique des observations et dont le zèle ne s'est pas démenti un instant. Ajoutons que M. de Blosseville s'était procuré lui-même et à ses frais une partie des instruments qu'il a employés.

Au nombre des travaux détachés que nous avons trouvés dans les registres de l'expédition, nous citerons des observations de marées; la détermination de la hauteur et de la température de quelques sources thermales de Ceylan, et enfin un travail *physiologique* auquel M. Reynaud, chirurgien-major de l'expédition, et M. de Blosseville, ont également concouru, sur la température de l'homme et de différentes espèces d'animaux. En choisissant dans l'équipage de la corvette un bon nombre de matelots d'âges, de constitutions et de pays différents, ces jeunes observateurs ont pu mesurer les modifications que les divers climats apportent dans la température du sang et ajouter quelques résultats intéressants à ceux que M. John Davy a déjà publiés sur cet objet.

Nous nous sommes bornés, pour ainsi dire, à présenter à l'Académie, l'*inventaire* des observations de diverses natures dont le voyage de *la Chevrette* aura enrichi la science. Ce n'est pas que nous ayons toujours résisté au désir d'en tirer nous-mêmes quelques conséquences; mais la difficulté de ces déductions est trop peu de chose quand on la compare à celle dont des observations aussi nombreuses ont dû être accompagnées sous la chaleur brûlante des tropiques, pour que nous n'ayons pas regardé comme un devoir, même au

risque de vous offrir un rapport dépourvu d'intérêt, de laisser entièrement aux auteurs du travail le plaisir de publier les premiers les résultats auxquels il conduit. Vos commissaires, au reste, auront atteint le but vers lequel ils tendaient, s'ils vous ont convaincus que l'expédition de *la Chevrette*, quoiqu'elle n'eût pas un but scientifique, occupera un rang distingué parmi celles dont les sciences auront tiré le plus de fruit. Nous proposerons dans ce cas à l'Académie de témoigner toute sa reconnaissance aux officiers pleins d'instruction et de zèle dont nous avons eu l'occasion de citer les noms, et d'écrire à Son Excellence le ministre de la marine, pour lui exprimer combien il serait désirable que des travaux aussi complets et aussi utiles fussent promptement publiés. Nous pensons aussi que l'on pourrait émettre le vœu que la rédaction de chaque partie de l'ouvrage se trouvât autant que possible, confiée à celui des collaborateurs qui en a réuni les matériaux pendant la campagne : quoique les registres soient parfaitement bien tenus, vos commissaires ont eu plusieurs occasions de reconnaître, en se livrant à l'examen dont l'Académie les avait chargés, qu'il y manque inévitablement de petits détails auxquels les souvenirs seuls de l'observateur peuvent suppléer, et que l'on regretterait cependant un jour de ne pas trouver dans l'ouvrage imprimé.

# VOYAGE DE LA BONITE[1]

Les observations recueillies pendant le voyage de *la Bonite*, dont l'Académie m'a chargé de faire le dépouillement et l'examen, sont relatives à la météorologie, au magnétisme terrestre et à quelques points de la physique du globe.

Pendant toute la durée de la campagne, les élèves de quart ont noté, à chaque heure du jour et de la nuit, les hauteurs du baromètre et du sympiésomètre ; l'état du thermomètre à l'air libre et à l'ombre ; la température de la mer, la direction du vent, et tous les phénomènes atmosphériques dignes de remarque. Lorsque les circonstances s'y sont prêtées, ces jeunes observateurs ont essayé d'apprécier en nombres l'intensité des pluies des tropiques, dont quelques navigateurs avaient peut-être fait une peinture exagérée, du moins quant aux pluies de la pleine mer, et ils en ont déterminé la température.

Les registres de l'expédition renferment 16 observations faites avec le thermométrographe, à diverses profondeurs au-dessous de la surface de la mer. Dans l'océan Atlantique, ces sondes thermométriques sont des-

1. Rapport fait à l'Académie des Sciences, le 16 avril 1838.

cendues jusqu'à 1,660 brasses (2,696 mètres) ; dans le grand Océan on a dû s'arrêter à 1,300 (2,111 mètres). Dans les mers de Chine et de l'Inde on n'a pas dépassé 700 et 890 brasses (1,137 et 1,445 mètres).

Les déterminations de la température de quelques puits et de l'intérieur de la terre, obtenues à Rio-Janeiro, à Valparaiso, à Honoloulou (îles Sandwich) et à Manille, seront pour la climatologie une précieuse acquisition.

Les navigateurs recevront aussi avec reconnaissance 126 dépressions de l'horizon de la mer, mesurées dans les conditions les plus favorables et accompagnées de données météorologiques qui en augmentent beaucoup la valeur.

Les physiciens, enfin, discuteront avec intérêt les résultats de sept expériences que l'appareil imaginé par M. Biot a permis de faire sur la composition de l'eau de mer à de grandes profondeurs, et qui paraissent devoir conduire à des résultats imprévus.

Le magnétisme terrestre a été étudié avec le plus grand soin, pendant toutes les relâches de *la Bonite*, et presque toujours sous le triple rapport de la déclinaison, de l'inclinaison et de l'intensité magnétique. Dans les journaux de l'expédition, on voit figurer tour à tour, par ordre de date, Paris, Toulon, Rio-Janeiro, Montevideo, Valparaiso, Cobija, Callao, Payta, Puna, Karakakoa, Honoloulou, Manille, Macao, Touranne, Singapore, Malacca, Pulo-Penang, Diamond's Harbour, Pondichéry, Saint-Denis de Bourbon et Brest. Le travail magnétique exécuté pendant la circumnavigation de *la Bonite*, sera donc également précieux par son étendue et par le

nombre des stations ; nous ajouterons même par son exactitude, quoiqu'on puisse remarquer çà et là, parmi les inclinaisons, quelques petites anomalies, qui disparaîtront dans l'ensemble.

Nous venons de vous présenter, Messieurs, un simple catalogue des observations relatives à la physique du globe, que *la Bonite* a rapportées. Nous nous sommes abstenus, à dessein, de signaler aucune des conséquences qui nous ont paru s'en déduire. Tout le monde, au surplus, aurait reculé comme nous devant la pensée de priver nos jeunes compatriotes du plaisir qu'ils trouveront à discuter eux-mêmes des matériaux si péniblement recueillis, à les féconder, à offrir enfin directement au public le fruit de leurs recherches.

Les noms qui se lisent le plus fréqtemment en marge des observations météorologiques et magnétiques, dans les journaux de *la Bonite*, sont : en première ligne, celui de M. Darondeau, ingénieur hydrographe, qui a complétement répondu aux espérances de l'Académie ; en seconde ligne, le nom de M. Chevalier, enseigne de vaisseau, dont le zèle ne s'est pas démenti un instant ; puis les noms de MM. les élèves embarqués, Pothuau, Du Martroy, Garrel, de Missiessy et Chaptal. Nous pensons que l'Académie devrait témoigner sa satisfaction à ces jeunes navigateurs, en faisant toutefois une mention spéciale de MM. Darondeau et Chevalier. Nous lui proposerons, en outre, de transmettre à M. le Ministre de la marine le vœu, qu'elle ne manquera pas de former, que des observations si variées, si nombreuses, si importantes, soient publiées le plus promptement possible.

# VOYAGE DE LA VÉNUS[1]

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

Le gouvernement envoie de temps à autre des bâtiments de l'État, dans les régions où il lui semble utile de montrer notre pavillon, de donner appui et protection aux navires baleiniers, de demander la réparation de quelque insulte; de recueillir des documents précis sur les rades, les ports où des escadres pourraient aller se réparer, renouveler leurs vivres et s'approvisionner d'eau et de bois. Tel fut, nous le supposons du moins, le but du voyage de *la Vénus*. Les journaux apprirent au public, il y a environ un an, que la frégate venait de rentrer à Brest après avoir rempli avec beaucoup de distinction la mission dont elle était chargée. En rapprochant cette circonstance du rapport que nous allons présenter à l'Académie, personne ne doutera plus que sans s'écarter en rien d'un itinéraire tracé par les besoins de la

1. Rapport fait à l'Académie, le 24 août 1840, sur les travaux scientifiques exécutés pendant le Voyage de la frégate *la Vénus*, commandée par M. le capitaine de vaisseau Du Petit-Thouars. (Commissaires : MM. Beautemps-Beaupré, de Blainville, Élie de Beaumont; Arago, rapporteur.)

politique, du commerce ou par les exigences de l'honneur national, les navires de guerre ne puissent à l'avenir grandement contribuer aux progrès des sciences. L'exemple donné par M. Du Petit-Thouars fructifiera : nous en avons pour garant le zèle, l'ardeur et les connaissances solides de la plupart des officiers de notre marine.

## CHAPITRE II

### ITINÉRAIRE DU VOYAGE

*La Vénus* quitta Brest le 29 décembre 1836. Elle jeta l'ancre à Sainte-Croix-de-Ténériffe, le 9 janvier 1837, en partit le lendemain et arriva à Rio-Janeiro le 4 février suivant. La frégate remit à la voile le 16 février, doubla le cap Horn le 21 mars, par 60° de latitude australe, et mouilla à Valparaiso le 26 avril. Le 25 mai nous trouvons *la Vénus* au Callao: elle était sortie de Valparaiso le 13 du même mois. Sa traversée du Callao à Honoloulou (îles Sandwich), s'effectua du 2 juin au 9 juillet; celle des îles Sandwich à la baie d'Avatcha, dans le Kamtchatka, du 25 juillet au 30 août; la traversée du Kamtchatka à Monterey (Haute-Californie), du 15 septembre au 18 octobre. La frégate appareillait de Monterey le 14 novembre; elle entrait dans la baie de la Madeleine (Basse-Californie) le 25 novembre; remettait sous voiles le 7 décembre; atteignait Mazatlan (côte du Mexique) le 12 du même mois; y séjournait jusqu'au 18; mouillait à San-Blaz (Mexique) le 20; en partait le 27, et, après avoir prolongé la côte, arrivait à

Acapulco le 7 janvier 1838. Le 24 *la Vénus* se dirigeait vers Valparaiso et y jetait l'ancre le 18 mars. Le 28 avril nous la trouvons sous voiles, faisant de nouveau route pour le Callao de Lima, où elle entre le 10 mai. Le 6 juin la frégate était à Payta. Le 17 nous la voyons cinglant vers l'archipel des Galapagos; elle pénètre dans ce groupe d'îles le 21; le quitte le 15 juillet faisant route vers les îles Marquises et ensuite vers Taïti; elle jette l'ancre dans la baie de Papeïti, le 29 août; en part le 17 septembre; détermine, pendant sa traversée, les positions des îles Taboui-Manou, Hul, Mangia, Rarotouga; arrive à la baie des Iles (Nouvelle-Zélande), devant Kororareka, le 11 octobre; quitte cette baie le 14 novembre; jette l'ancre le 23 au port Jackson, d'où elle part le 18 décembre; passe au sud de la terre de Van-Diémen et atteint l'île de Bourbon le 5 mars 1839. Le 9 du même mois *la Vénus* mettait déjà sous voiles; le 29 nous la trouvons à False-Bay du cap de Bonne-Espérance; le 22 avril elle quitte cette rade, mouille à Sainte-Hélène le 7 mai, en part le 11, visite le 16 l'île de l'Ascension et jette enfin l'ancre, en rade de Brest, le 24 juin 1839, après 30 mois de navigation.

Voilà l'itinéraire du voyage de *la Vénus*. Faisons maintenant l'énumération des acquisitions dont la science sera redevable à cette campagne, mais sans perdre de vue que la frégate avait une mission purement politique, commerciale; sans jamais oublier que les officiers n'étaient nullement tenus de se livrer aux nombreuses observations météorologiques, magnétiques, etc., qui ont tant ajouté à leurs fatigues.

# CHAPITRE III

## GÉOGRAPHIE

Dans l'état actuel de la géographie, les tables de latitudes et de longitudes ne pourront guère être perfectionnées que par des observateurs sédentaires. Les navigateurs à qui les exigences de missions politiques, commerciales ou militaires ne donnent pas la faculté de coordonner les époques de départ et d'arrivée avec les phénomènes célestes, se trouvent souvent dans l'impossibilité de recourir pour leurs travaux aux observations, aux méthodes qui donneraient le plus d'exactitude. Cependant, le voyage de *la Vénus* sera loin d'être sans intérêt, même sous ce rapport. Nous voyons, en effet, dans les journaux de terre:

Une observation d'occultation de $\delta$ du Bélier faite à Rio-Janeiro [1];

Une observation d'occultation de $\varepsilon$ du Bélier faite à Tahiti;

Une observation d'éclipse de Soleil, faite à Valparaiso;

Plusieurs séries de culminations lunaires;

Plusieurs séries de hauteurs de deux astres et de leurs différences d'azimut, obtenues à l'aide d'un théodolite de M. Gambey, répétiteur sur le sens vertical et sur le sens

1. Cette observation, calculée provisoirement en mer pendant le voyage d'après les données de la *Connaissance des Temps*, a conduit pour la longitude de Rio-Janeiro, au nombre..... 45° 30′ 47″
Dans la table de la *Connaissance des Temps*, on trouve........................................ 45 30 0

horizontal. On pourra apprécier, par ce travail, le degré d'exactitude que le nouveau procédé promet, quant à la détermination des coordonnées géographiques à terre.

Dans plusieurs points importants, à Valparaiso, à Monterey, à Acapulco, à Kororareka (Baie des Iles), M. Du Petit-Thouars s'est occupé, personnellement, de la vérification des longitudes, à l'aide d'observations de distances de la Lune au Soleil.

A Monterey, le résultat moyen, déduit par M. le lieutenant Lefebvre de l'ensemble des observations de M. le commandant de *la Vénus*, ne surpasse la longitude que donne la *Connaissance des Temps*, que de 2ˢ.5 (en temps); à Acapulco la différence, en sens contraire, s'élève à 12ˢ.5. A Valparaiso elle va jusqu'à 27ˢ.5; à la baie des Iles elle redescend à 2ˢ.6.

L'officier qui s'est chargé de calculer les distances lunaires de M. Du Petit-Thouars, les a partagées par groupes de quatre distances ou d'une seule répétition. Prenons les circonstances favorables, et nous trouverons que la longitude déduite d'une quelconque de ces courtes séries d'observations courantes, ne diffère de la moyenne de toutes que d'une minute en temps, au maximum. Une minute en temps, quinze minutes de degré, environ six lieues à l'équateur, telle serait l'incertitude sur la position d'un navire en longitude, après une observation facile, à la portée de tout le monde et qui n'exige pas pour être faite et complétée plus d'une à deux minutes. Si l'on ajoute que rien n'empêche de renouveler la mesure de la distance de la Lune à un autre astre, quatre, six, huit, dix fois; que les erreurs à craindre, en tant qu'elles dépen-

dent des observations, diminuent proportionnellement au nombre de répétitions, on demeure vraiment étonné de voir avec quelle facilité, avec quelle exactitude un navigateur, grâce au progrès des sciences, peut aujourd'hui, à l'aide d'un coup d'œil sur le ciel, trouver sa place sur le globe à toutes les époques du plus long voyage.

Ces résultats ne sauraient être proclamés assez haut, dans un temps surtout où des esprits superficiels préconisent outre mesure la navigation purement chronométrique. Les vrais chronomètres sont incontestablement des machines admirables; dans aucune de ses œuvres, l'homme n'a montré plus d'adresse, plus de persévérance, plus de ressources, plus de génie : ne nous écrions pas cependant que l'art est arrivé à ses dernières limites; disons au contraire qu'il reste encore beaucoup à faire. Nous n'en voulons pour preuve, que les six chronomètres dont *la Vénus* avait été pourvue. Ces instruments portaient des noms assurément bien célèbres: les noms de Louis Berthoud, de Motel, de Breguet, et cependant:

Dans le passage du Callao à Honoloulou, le n° 75 de Berthoud était déjà hors de service : il ne marchait plus ;

Le 12 juin 1839, le n° 9 de Breguet s'était aussi arrêté ;

Le n° 76 de Louis Berthoud qui, au départ de Brest, retardait sur le temps moyen de 5ˢ.0 par jour, avançait au Callao de 0ˢ.8; à Honoloulou, de 3ˢ.4; à Valparaiso de 5ˢ.1; au port Jackson de 7ˢ.2, ce qui correspond, depuis le départ, à une variation totale, pour la marche diurne, de 12ˢ.2.

Le n° 127 du même excellent artiste, varia, pendant

toute la durée de la campagne, entre 11ˢ.3 d'avance et 0ˢ.9 de retard. Le changement total de marche en deux ans et demi, fut donc encore de 12ˢ.2.

Les nᵒˢ 175 et 186 de Motel ont plus varié encore : le premier de 20ˢ.6 ; le second de 26ˢ.0.

Il est juste de remarquer que ces changements ne s'opèrent pas brusquement ; qu'à chaque point de relâche, le navigateur a la ressource de déterminer la marche diurne chronométrique qu'il faudra employer dans le calcul des longitudes, pendant la traversée de ce point au point suivant ; que, dès lors, les erreurs se trouvent bien circonscrites. Néanmoins, en choisissant un exemple dans les registres de *la Vénus*, nous trouvons qu'au port Jackson le nº 186 de Motel avançait de 25ˢ.7 par jour ; au cap de Bonne-Espérance cette avance n'était plus que de 22ˢ.1. Prenons la moyenne, 23ˢ.9, de ces deux nombres, pour le vrai retard moyen durant la traversée entre la côte orientale de la Nouvelle-Hollande et le Cap. Or 23ˢ.9 diffèrent de 25ˢ.7, retard du port Jackson, de 1ˢ.8 ; en arrivant au Cap après 90 jours de navigation, l'erreur de la longitude chronométrique aurait donc été de 2ᵐ 42ˢ, c'est-à-dire trois fois plus considérable que l'erreur du résultat qu'on eût pu déduire d'une seule double observation de distance lunaire faite avec le cercle à réflexion.

Loin de nous la pensée de porter atteinte par ces remarques, à la grande et juste considération dont jouissent de fort habiles horlogers de France, d'Angleterre, du Danemark, et particulièrement les trois constructeurs français de chronomètres que nous venons de citer. Tout

ce que nous avons voulu, c'est montrer, en opposition à certaines décisions irréfléchies, que dans l'horlogerie elle-même, que dans la branche de la mécanique où nos pères se sont le plus illustrés, le rôle de leurs descendants n'est pas irrévocablement celui de copistes serviles. Enfin, il nous a paru utile de prouver qu'à l'époque actuelle pour qui sait y lire, la sphère céleste est encore le plus direct, le plus sûr, le plus exact des instruments de longitude. Une telle conclusion n'a rien, ce nous semble, dont l'amour-propre de personne au monde puisser s'offenser[1].

Les journaux de *la Vénus* renferment une très-nombreuse suite de déterminations de la distance de deux points de l'horizon visible diamétralement opposés. Ces déterminations obtenues à l'aide d'un instrument de M. Daussy, sont accompagnées de toutes les données nécessaires sur l'état du baromètre et de l'hygromètre, sur la température de l'atmosphère et sur celle des eaux. Il sera donc facile de soumettre à une nouvelle discussion les règles empiriques d'après lesquelles on se croit aujourd'hui certain de deviner, sinon la valeur, du moins le signe des erreurs que peuvent affecter les dépressions observées de la ligne bleue le long de laquelle l'atmo-

1. Voici quelques résultats qui pourront intéresser les navigateurs :

Après vingt-cinq jours de traversée à partir de Tahiti, la montre n° 76, correction faite de la variation de sa marche, a donné pour la longitude de l'Observatoire, à la Baie des Iles (Nouvelle-Zélande)........................................ 171° 47′ 16″ E.

Les distances lunaires de M. Du Petit-Thouars.. 171 49 40 E.

Les distances lunaires de M. Lefebvre.......... 171 50 40 E.

La *Connaissance des Temps* de 1842 donne..... 171 50 20 E.

sphère paraît reposer sur la mer. Hâtons-nous déjà de dire que dans cette multitude de résultats, il n'en est que deux d'où l'on déduise un exhaussement, au lieu d'une dépression : que deux fois seulement, pendant la longue campagne de *la Vénus*, l'horizon visuel s'est trouvé au-dessus de l'horizon rationnel.

Les marins sont obligés de prendre hauteur dans des états de la mer quelquefois très-peu favorables. La masse liquide, au lieu d'être unie, se trouve couverte de vagues mobiles, c'est-à-dire de sillons qui, par leurs crêtes, s'élèvent au-dessus de la surface générale d'équilibre, de toute la quantité, ni plus ni moins, dont les *creux* s'abaissent au-dessous de cette même surface. Quelle influence un pareil état de la mer doit-il avoir sur la position de l'horizon visible? Quand on songe que le point observé peut correspondre dans certaines directions au sommet ou au creux d'une vague ; que le navire est lui-même, tantôt dans l'une tantôt dans l'autre de ces positions extrêmes, le problème semble d'abord assez compliqué. En y réfléchissant davantage, on voit cependant que l'existence simultanée de creux et de protubérances liquides, ne doit pas empêcher les protubérances de former seules, définitivement, la ligne bleue où se dirige la visée de l'observateur, où il prend ses points de repère ; que dès lors l'horizon visuel devra d'autant plus s'élever que la mer sera plus grosse.

Les nombreuses observations faites à bord de *la Vénus*, confirment cet effet des vagues et elles en donneront la mesure. Ce sujet de recherches, malgré son importance, avait été à peine effleuré.

# CHAPITRE IV

## HYDROGRAPHIE

Longtemps avant de partir pour sa dernière expédition, en 1819 et en 1820, M. Du Petit-Thouars avait pris une part très-honorable aux travaux hydrographiques exécutés sur les côtes occidentales de France, et à une exploration des courants de la baie de la Seine. Il était donc naturel de prévoir que l'hydrographie ne serait pas négligée pendant la campagne de *la Vénus*.

Lorsque le commandant de cette frégate choisissait pour collaborateur M. de Tessan qui déjà en 1825, 1826, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833, concourait activement aux levés détaillés des côtes de la France et de l'Algérie, il ne donnait pas une moindre garantie du soin et de l'exactitude dont toutes ses cartes, dont tous ses plans porteraient l'empreinte.

Les cartes et plans que *la Vénus* ajoutera au riche portefeuille de la marine française, sont au nombre de vingt-un, savoir :

1° Le plan de la baie de Valparaiso (Chili) ;

2° Le plan de la baie du Callao de Lima (Pérou) ;

3° Le plan des roches Hormigas (près du Callao de Lima) ;

4° Le plan de la baie d'Avatcha (Kamtchatka) ;

5° Le plan de la baie de Monterey (Californie) ;

6° Le plan de la baie de San-Francisco (Californie) ;

7° Le plan de l'île Guadalupa (côte de Californie) ;

8° Le plan des roches Alijas (côte de la Californie);

9° Le plan de la baie de la Madeleine (Basse-Californie);

10° La carte de diverses parties de la côte du Mexique (entre le cap San-Lucar et Acapulco);

11° Le plan de la baie d'Acapulco;

12° Le plan de l'île de Pâques;

13° La carte des îles Maz-à-Fuera et Juan Fernandez;

14° La carte des îles Saint-Félix et Saint-Ambroise;

15° Le plan de l'île Charles (Galapagos);

16° La carte d'une partie de l'archipel des Galapagos;

17° La carte de l'archipel des Marquises de Mendoça;

18° Le plan de la baie de Papeïti (île Tahiti);

19° La carte des îles Krusenstern, Tahiti, Tabouai-Manou, etc.;

20° La carte des îles Hul, Mangia et Rarotonga;

21° Le plan de la Baie des Iles (Nouvelle-Zélande).

Ce travail n'est pas seulement remarquable par son étendue; l'exactitude en fait le principal mérite. MM. Du Petit-Thouars et de Tessan, à qui la géographie le doit, ont constamment suivi les meilleures méthodes : celles dont l'hydrographie française donna l'exemple pendant l'expédition de d'Entrecasteaux, et qui depuis servent de règle à tous les ingénieurs pénétrés des exigences, des devoirs rigoureux de leur noble profession. M. de Tessan exécutait les triangulations et levait les détails. M. Du Petit-Thouars s'était réservé l'opération délicate, minu-

tieuse des sondes. Celui de vos commissaires à qui l'obligation est échue d'examiner plus particulièrement les nombreuses données recueillies par *la Vénus*, n'hésite pas à leur attribuer une précision supérieure à celle qu'on avait remarquée dans les résultats hydrographiques de plusieurs voyages récents.

Un supplément aux instructions nautiques rédigées pour *la Bonite*, invitait les officiers de ce navire à prendre des vues, développées sous forme de panoramas, des points les plus remarquables des côtes qu'ils longeraient. M. de Tessan doit être remercié de n'avoir pas oublié cette recommandation de l'Académie. Les vues dont il va enrichir le dépôt des cartes et plans de la marine, sont des données presque immuables, que les géographes, les hydrographes et les navigateurs pourront souvent consulter avec beaucoup d'avantage.

## CHAPITRE V

### MARÉES

Des navigateurs, physiciens et astronomes, ne pouvaient oublier d'observer les marées. Le tableau, ci-joint, de l'heure de l'établissement et de l'unité de hauteur dans quinze ports différents, sera éminemment utile aux marins qui visitent la côte occidentale d'Amérique et les archipels de la Polynésie. Le problème des influences locales s'y présente d'ailleurs totalement dégagé d'une foule de circonstances auxquelles les bras de mer resserrés, sinueux, compris entre la France et

l'Angleterre, ont peut-être fait attribuer un rôle trop prépondérant.

| Noms des lieux. | Heures de l'établissement. | Unité de hauteur. |
|---|---|---|
| Petropauloskoy | 3h 54m | 0.46 |
| Monterey | 9 52 | 0.98 |
| Baie de la Madeleine | 7 37 | 1.38 |
| Acapulco | 3 5 | 0.32 |
| Ile Charles (Galapagos) | 3 19 | 0.89 |
| Payta | 3 18 | 0.89 |
| Callao de Lima | 6 0 | 0.38 |
| Valparaiso | 9 40 | 0.79 |
| Honoloulou (Sandwich) | 3 35 | 0.29 |
| Baie de la Résolution (Marquises) | 5 7 | 0.92 |
| Baie de Papeïti (Tahiti) | de 1 à 2h tous les jours | 0.14 |
| Baie des Iles (Nouvelle-Zélande) | 7h 40m | 1.02 |
| Port Jackson (Nouvelle-Hollande) | 9 0 | 0.93 |
| False-Bay (cap de Bonne-Espérance) | 3 10 | 0.85 |
| Rio-Janeiro | 2 30 | 0.52 |

Après avoir vu, à l'aide de ce tableau, que la mer monte quatre fois moins à Acapulco qu'à la Madeleine; après avoir remarqué des différences de deux heures et quart, de quatre heures et demie entre les époques des marées dans des ports peu éloignés les uns des autres et situés sur une côte où l'Océan peut cependant se développer en toute liberté; après avoir pris note de l'intervalle d'environ trois heures, qui s'écoule depuis le moment de la haute mer à Payta, jusqu'au moment de la haute mer au Callao, personne ne pourra soutenir que la question des marées soit épuisée; qu'il ne reste pas encore beaucoup à faire pour décider de quelle manière des obstacles invisibles; de quelle manière les inégalités

du fond de la mer agissent sur la vitesse de propagation des vagues et sur leur hauteur. Dans le siècle où nous vivons, poser une question scientifique avec netteté, c'est la résoudre à moitié.

# CHAPITRE VI

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

### § 1. — Observations barométriques.

Les journaux de la frégate offriront aux physiciens des observations de la pression atmosphérique, faites en mer, d'heure en heure, de jour comme de nuit, pendant près de deux ans et demi. Les observations barométriques sont très-difficiles dans certains états de la mer. On ne peut guère alors arriver à quelque exactitude qu'à force d'attention ou par des moyennes; nous avons cru un moment que cette dernière ressource ne manquerait pas à ceux qui discuteront les registres de *la Vénus*. Ils y trouveront, en effet, trois suites de hauteurs barométriques simultanées, obtenues avec trois instruments différents : un baromètre à colonne très-étranglée, dit *baromètre marin*, construit par Lerebours, et qui a bien fonctionné pendant toute la durée de la campagne; un autre baromètre ordinaire et un sympiésomètre; malheureusement ces deux derniers instruments s'étant trouvés dépourvus de suspensions à la Cardan, furent invariablement arrêtés à des supports situés dans la batterie. Ils devaient donc suivre les oscillations du navire; s'incliner plus ou moins suivant ses allures, s'incliner de

quantités inconnues, en sorte que leurs indications exigeraient des corrections sans cesse différentes, et qui, d'ailleurs, ne pourraient aujourd'hui être calculées.

L'examen attentif que nous avons fait des observations du baromètre marin suspendu, nous autorise à penser qu'elles serviront très-utilement à lever divers doutes sur la valeur de la période diurne barométrique en pleine mer; sur la manière dont cette oscillation varie avec la latitude, quand l'atmosphère ne subit pas, toutes les vingt-quatre heures, d'aussi grands changements de température que les atmosphères continentales.

La frégate, comme on l'a vu quand nous tracions son itinéraire, a successivement sillonné les régions de l'Océan les plus éloignées. Les observations barométriques y ont toujours été faites avec les mêmes instruments. Il est donc à peu près certain qu'elles fourniront de nouvelles données touchant les zones, en certains lieux assez circonscrites, où le mercure se soutient constamment au-dessus, ou constamment au-dessous de la hauteur moyenne générale. Ces différences, aujourd'hui bien constatées, mais dont jadis les physiciens n'auraient pas même voulu admettre la possibilité, doivent être étudiées avec d'autant plus d'intérêt qu'elles ont, sans doute, une certaine part à la production des inextricables courants de l'atmosphère et de l'Océan. Si l'on se rappelle l'influence que M. Daussy a si bien établie de l'état du baromètre sur la hauteur des marées, la manière dont nous venons d'envisager les observations barométriques de *la Vénus*, fixera certainement l'attention de ceux qui seront appelés à les discuter.

Sur la proposition de Laplace, l'Académie chargea, il y a quelques années, une commission nombreuse de déterminer avec toute la précision possible, diverses quantités, peut-être graduellement variables, qui jouent un rôle capital dans la physique du globe. Il s'agissait, par exemple, de refaire l'analyse de l'air atmosphérique sous un grand nombre de latitudes, en mer, au milieu des continents et à toutes sortes d'élévations; de tracer, pour l'époque actuelle, la forme exacte des lignes isothermes; de soumettre à une discussion approfondie la loi du décroissement de la température atmosphérique suivant la hauteur, et, au besoin, d'entreprendre de nouveaux voyages aérostatiques; d'apprécier, par des expériences susceptibles d'être en tout temps identiquement reproduites, la puissance éclairante et la puissance calorifique du Soleil; de mesurer dans un certain nombre de stations convenablement choisies, les éléments du magnétisme terrestre, y compris l'intensité absolue de la force mystérieuse qui en chaque lieu maîtrise l'aiguille d'inclinaison, etc., etc. La Commission, comme chacun doit le présumer en voyant l'immensité du programme, n'a pas encore fait son rapport: elle ne s'est même réunie qu'une fois et dans la vue de répartir les questions à résoudre entre ses divers membres. Celui qui a été chargé de déterminer jusqu'à une petite fraction de millimètre, la hauteur moyenne du baromètre au niveau de l'Océan, sous diverses latitudes, s'empresse de reconnaître que les observations faites à terre pendant le voyage de *la Vénus*, complètent entièrement les nombreux documents qu'il avait déjà réunis. Dès ce moment

on pourra fixer avec précision, pour la première moitié du XIX$^e$ siècle, les valeurs absolues de la pression atmosphérique, dans nos climats et dans les régions équinoxiales ; tenir compte de l'influence considérable qu'exercent sur cet élément, les vents de diverses régions ; donner, enfin, à nos successeurs les moyens de reconnaître si les absorptions et les dégagements de gaz que la chimie a étudiés, se balancent exactement, ou si, au contraire, l'atmosphère terrestre finira dans la suite des siècles par s'épuiser. Les tableaux où sont consignés les résultats d'une foule de déterminations, toutes obtenues avec des baromètres comparés au départ et au retour, seront prochainement mis sous les yeux de l'Académie. On pourra alors apprécier la large place qui revient aux observations empruntées aux journaux météorologiques de *la Vénus*.

### § 2. — Observations du thermomètre.

Pendant toute la durée du voyage de *la Vénus*, c'est-à-dire depuis le 1$^{er}$ janvier 1837 jusqu'au 20 avril 1839, on a tenu à bord de cette frégate, d'heure en heure, de jour comme de nuit, une note exacte de la température de l'atmosphère et de la température de la mer. Les originaux de ces observations sont contenus dans vingt-cinq cahiers où les collaborateurs de M. Du Petit-Thouars ont trouvé les bases des tableaux qui seront pour la physique du globe une très-précieuse, une très-importante acquisition. Nous devons remarquer, cependant, que ces journaux météorologiques, suffisamment détaillés

peut-être s'ils devaient toujours rester dans les mains de ceux qui ont exécuté ou dirigé le travail, laisseraient quelque chose à désirer quand une personne étrangère au voyage recevrait la mission de les discuter. Nos navigateurs, en général, se sont trop fiés à leur mémoire : il manquait dans les nombreux registres mis sous les yeux de la Commission, une foule de détails sur la place des instruments, sur la manière de les observer, sur les erreurs de graduation déterminées d'après des étalons authentiques, etc., etc. Nous savons bien, car nous nous en sommes assurés, que ces lacunes seront comblées, pour la plupart, en recourant aux souvenirs des officiers de la frégate, en feuilletant les journaux personnels, en consultant jusqu'aux agenda ; mais nous savons aussi que rien ne peut suppléer complétement aux notes prises et transcrites sur place. Puissent ces remarques convaincre l'administration de la marine de la nécessité de pourvoir les bâtiments de l'État, de types imprimés, uniformes, où les officiers trouveront, toutes tracées d'avance, les cases où il faudra inscrire les résultats numériques de chaque observation et les quelques mots destinés à en faire apprécier l'exactitude.

Depuis la publication des instructions que l'Académie remit à *la Bonite*, les physiciens se sont généralement accordés sur l'importance des observations météorologiques faites dans le voisinage de l'équateur, loin des continents et loin des grandes îles [1]. Ils ont surtout considéré qu'entre les tropiques et en pleine mer, la tempéra-

1. Instructions, chap. II, p. 6.

ture de l'eau de l'Océan varie peu; que la moyenne température déduite de trois ou quatre passages de la ligne; que la moyenne déduite de dix, douze ou vingt observations analogues, faites, sans choix, entre 10° de latitude nord et 10° de latitude sud, est partout la même à une fraction de degré près; qu'on peut ainsi attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécise: la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales, naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, des changements de culture, du desséchement des lacs et des marais, etc., etc.; que chaque siècle en léguant aux siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur donnera le moyen, peut-être le plus simple, le plus exact, le plus direct de décider si le Soleil, aujourd'hui source première, aujourd'hui source à peu près exclusive de la chaleur de notre globe, change de constitution physique et d'éclat comme la plupart des étoiles, ou si, au contraire, cet astre est arrivé, sous ce double rapport, à un état permanent. Les observations de *la Vénus* loin de contrarier les vues que nous venons de rappeler, ne feront que les fortifier. D'un premier coup d'œil jeté sur les tableaux, nous avons déduit, par exemple, pour la température moyenne de la région de l'Atlantique voisine de l'équateur, à midi, dans le mois de janvier 1837, 26°.6, et pour le mois de mai 1839, 26°.8.

L'océan Pacifique nous a donné, pour la légion équatoriale correspondante à 130° de longitude occidentale, dans le mois de juin 1837, 26°.9; et dans un méridien

plus rapproché de celui de l'archipel des Galapagos, dans le mois de février 1839, 26°.9.

### § 3. — Températures sous-marines.

Il y a déjà bien longtemps qu'on s'est avisé de rechercher quelle température marquent les eaux de la mer à de grandes profondeurs. La Méditerranée, l'Atlantique, la mer Pacifique, les régions équatoriales, les régions polaires ont été et sont encore, tour à tour, le théâtre de sondes thermométriques exécutées avec les plus grandes précautions, et dont la science a toujours soin d'enregistrer les résultats. Le contingent qu'apporte aujourd'hui *la Vénus* occupera parmi toutes ces richesses une place distinguée, à cause du nombre, de l'exactitude des observations et de l'immense échelle de profondeurs qu'elles comprennent.

En tenant note seulement des expériences qui ont réussi, qui ont conduit à un chiffre entouré de toutes les garanties désirables, nous en avons compté dans les journaux de *la Vénus* jusqu'à quarante-cinq.

Ces expériences embrassent l'espace qui s'étend du 52° degré de latitude nord au 60° degré de latitude sud; de 22 à 180° de longitude occidentale; de 5 à 176° de longitude orientale. L'échelle des profondeurs verticales varie entre 30 et 1,150 brasses (48$^{m}$.7 et 1,867$^{m}$.6). Quand la sonde descendit à plus de 2,000 brasses (3,248 mètres); quand l'étui en cuivre qui renfermait le thermométrographe eut à subir des pressions de 300 à 400 atmosphères, étui et instruments revinrent à la surface entièrement brisés.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter en détail ces précieuses observations de températures sous-marines. Nous nous contenterons d'en extraire quelques chiffres qui semblent de nature à faire apprécier, ou, tout au moins, à faire pressentir la place qu'elles occuperont dans la science.

Les sondes faites à bord de *la Vénus* ont souvent donné pour la température de la mer à de grandes profondeurs, dans les régions tempérées et intertropicales, des nombres aussi petits que + 3°.6 centigrades, + 3°.2; + 3°.0; + 2°.8 et + 2°.5, quand la surface marquait de 26 à 27°.

S'il s'est glissé des erreurs dans ces déterminations, elles ont dû être toutes positives comme il est facile de s'en convaincre. Les chiffres vrais ne peuvent, en aucun cas, surpasser ceux que nous venons de citer. Il faut donc espérer que le fameux nombre + 4°.1, si étourdiment emprunté aux observations comparatives faites à la surface et au fond des lacs d'eau douce de Suisse, cessera de paraître dans des dissertations *ex professo,* comme la limite au-dessous de laquelle la température du fond des mers ne saurait jamais descendre.

Ceux-là se tromperaient beaucoup qui imagineraient que plusieurs degrés de plus ou de moins dans la détermination des températures sous-marines, n'ont aucune importance. Ces quelques degrés peuvent porter le dernier coup à la théorie suivant laquelle les eaux froides du fond des mers, même sous l'équateur, ne seraient autre chose que les eaux correspondantes de la surface, refroidies d'abord par voie de rayonnement ou d'évapo-

ration, et précipitées ensuite à raison de leur excès de pesanteur spécifique. On voit, par exemple, qu'on ne pourrait soutenir aujourd'hui la théorie dont nous venons de parler, sans douer en même temps le rayonnement ou l'évaporation, dans les régions intertropicales, de la faculté d'abaisser la température de la mer, au moins de 26°.8 diminué de 2°.5, ou de 24°.3, ce qui paraîtra à tous les physiciens un résultat inadmissible.

Nous voilà ramenés, par la puissance des chiffres, à la conclusion que les phénomènes thermométriques de la Méditerranée nous avaient imposée dans une autre circonstance[1] ; nous voilà encore forcés d'admettre l'existence de courants sous-marins qui transportent jusqu'à l'équateur les eaux inférieures des mers glaciales.

Mais dans les mers glaciales, il ne manque pas de régions, du moins à en juger par des expériences faites entre le Groenland, le Spitzberg et l'Islande, où la température du fond surpasse les 2°.5 que les observateurs de *la Vénus* ont trouvés au fond des mers tempérées. Qui ne voit déjà que de semblables comparaisons, quand elles seront suffisamment multipliées, donneront des indications utiles sur une chose qui semblait devoir nous rester à jamais inconnue : la direction des courants dont tout le mouvement s'opère dans les plus grandes profondeurs de l'Océan ?

Voici les principales températures sous-marines déterminées pendant le voyage de *la Vénus*.

1. Instructions, chap. VI, p. 62.

| Nos d'ordre. | | Dates. | Latitude. | Longitude. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1837. | 26 février........ | 38° 12′ S. | 56° 0′ O. |
| 2 | | 5 mars......... | 45 38 S. | 63 30 O. |
| 3 | | 16 avril......... | 43 47 S. | 81 26 O. |
| 4 | | 24 avril......... | 33 26 S. | 74 23 O. |
| 5 | | 22 mai.......... | 13 50 S. | 79 1 O. |
| 6 | | 23 mai.......... | 12 39 S. | 79 27 O. |
| 7 | | 9 juillet........ | 21 6 N. | 158 19 O. |
| 8 | | 19 août.......... | 41 42 N. | 160 22 E. |
| 9 | | 18 septembre.... | 51 34 N. | 159 21 E. |
| 10 | 1838. | 30 septembre.... | 26 53 S. | 176 51 O. |
| 11 | | 7 octobre....... | 32 51 S. | 174 22 E. |
| 12 | | 14 novembre..... | 34 37 S. | 168 41 E. |
| 13 | | 19 novembre..... | 34 34 S. | 158 42 E. |
| 14 | 1839. | 17 janvier....... | 43 2 S. | 129 34 E. |
| 15 | | 23 janvier....... | 39 4 S. | 121 2 E. |
| 16 | | 27 janvier....... | 36 36 S. | 116 8 E. |
| 17 | | 1 février........ | 37 42 S. | 112 38 E. |
| 18 | | 11 février........ | 27 47 S. | 98 0 E. |
| 19 | | 23 mars......... | 31 33 S. | 31 10 E. |
| 20 | | 26 avril......... | 29 33 S. | 8 34 E. |
| 21 | | 29 avril......... | 26 36 S. | 5 12 E. |
| 22 | | 1 mai.......... | 25 10 S. | 5 39 E. |
| 23 | | 8 mai.......... | 15 54 S. | 8 3 O. |
| 24 | | 24 mai.......... | 4 23 N. | 28 26 O. |

| Nos d'ordre. | Parages. | Profondeur en brasses. | Température à cette profondeur. | Temp ratur à la surfa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Océan Atlant. par le travers de la Plata. | 370 | 3°.0 | 16°. |
| 2 | Océan Atlantique au nord des îles Malouines........................ | 70 | 5 .2 | 14 . |
| | | 40 | 5 .8 | 14 . |
| | | 30 | 9 .0 | 14 . |
| | | 70 | 5 .2 | 14 . |
| 3 | Océan Pac. par le travers de Chiloé... | 500 | 4 .1 | 13 . |
| | | 1,100 | 2 .3 | 13 . |
| 4 | Océan Pacifique près de Valparaiso..... | 160 | 9 .5 | 12 . |
| 5 | Océan Pacifique près de Pisco.......... | 130 | 13 .0 | 18 |
| 6 | *Id.* *Id.* ......... | 128 | 13 .2 | 19 |
| 7 | Océan Pacifique près des îles Sandwich.. | 100 | 13 .0 | 25 |
| 8 | Océan Pacifique...................... | 170 | 5 .1 | 12 |
| 9 | Océan Pac. au sud des îles Aleutiennes.. | 1,080 | 2 .5 | 11 |
| 10 | Océan Pac. au nord des îles Kermadec.. | 1,000 | 5 .6 | 19 |

| Nos d'ordre. | Parages. | Profondeur en brasses. | Température à cette profondeur. | Température à la surface. |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Océan Pac. au nord de la Nouv.-Zélande. | 880 | 5°.4 | 16°.3 |
| 12 | *Id.* *Id.* | 550 | 6 .0 | 17 .0 |
| 13 | Entre le port Jackson et la Nouv.-Zélande. | 630 | 4 .9 | 18 .3 |
| 14 | Au sud de la Nouvelle-Hollande........ | 1,100 | 5 .1 | 13 .0 |
| 15 | *Id.* | 350 | 8 .6 | 16 .0 |
| 16 | *Id.* près du port du roi George......... | 990 | 2 .8 | 17 .9 |
| 17 | *Id.* au sud du cap Leewin............ | 990 | 3 .0 | 16 .7 |
| 18 | Mer des Indes, à l'E. de la baie des Chiens-Marins......................... | 990 | 2 .8 | 23 .8 |
| 19 | Canal de Mozambique................. | 900 | 4 .2 | 24 .0 |
| 20 | Océan Atl., près du cap de Bonne-Espér. | 1,150 | 3 .1 | 19 .0 |
| 21 | *Id.* *Id.* | 1,000 | 3 .6 | 20 .0 |
| 22 | *Id.* *Id.* | 1,000 | 3 .0 | 19 .6 |
| 23 | *Id.* près de Sainte-Hélène....... | 200 | 12 .0 | 23 .6 |
| 24 | *Id.* près du Pénédo de San-Pédro. | 1,130 | 3 .2 | 27 .0 |

§ 4. — Température sur les hauts-fonds et dans les atterrages.

Franklin et Jonathan Williams observèrent les premiers l'influence refroidissante que les hauts-fonds exercent ordinairement sur la température de la mer. La remarque ayant été depuis confirmée par MM. de Humboldt et John Davy, les physiciens ont cru pouvoir la généraliser. Maintenant ils tiennent pour complétement avéré que, *sans aucune exception*, l'eau est sensiblement plus froide *sur* un haut-fond qu'en pleine mer. Ils croient même que l'action des hauts-fonds se fait sentir à distance; que la marche descendante d'un thermomètre placé à la surface de l'eau, indique avec certitude le voisinage d'un de ces dangers. Le phénomène intéresse donc à un égal degré la physique et la navigation : celle-ci, à raison des indications précieuses qu'il fourni-

rait dans des temps de brumes; la physique en portant l'attention des observateurs sur les diverses manières dont la température des couches superficielles de l'Océan peut être troublée.

Que nous apporte *la Vénus* touchant cette question délicate? De l'ensemble de ses observations résulte, sous certaines restrictions, une confirmation évidente du principe actuellement admis. Quand la frégate approchait de terre, toutes circonstances restant égales, l'eau de la mer diminuait de température; quand la frégate, partant d'un port, d'une baie, faisait voile au contraire vers la haute mer, le thermomètre présentait aussi une marche inverse: il montait.

Nous donnerons à ce Rapport une valeur durable, en transcrivant ici les différences de température qui ont été observées au nord et au midi de l'équateur, soit à l'entrée de *la Vénus* dans les ports, soit à sa sortie, et cela depuis qu'elle fit voile de Brest le 29 décembre 1836, jusqu'au 24 juin 1839, époque de son retour. Ces nombres montreront dans quelles limites il est permis d'admettre l'expression, un tant soit peu ambitieuse, de navigation thermométrique proposée par Jonatham Williams.

A Brest, l'eau de la mer marquait le même dègré en rade qu'au large, et 1° de plus qu'à l'atterrage;

A Valparaiso, la température du mouillage était de 4 à 5° au-dessous de la température du large;

Au Callao, la différence dans le même sens ne s'élevait qu'à 1°.5;

A Payta, nos voyageurs trouvèrent jusqu'à 2°;

Aux îles Galapagos, 1° seulement;

A Monterey, 1°.5;

A la baie de la Madeleine, 1°.0;

Au Port Jackson, 1°.5;

A False-Bay (cap de Bonne-Espérance), les officiers de *la Vénus*, observèrent entre la baie et la haute mer, jusqu'à 4°.0, de différence. Dans ces parages le phénomène est complexe, à cause du courant des Agullas.

Voici maintenant sur quels points le voisinage de la terre sembla complétement sans action sur la température des eaux :

Honoloulou (Sandwich); très-grand fond à peu de distance de terre;

Tahiti; côte à pic;

Baie d'Avatcha (Kamtchatka);

Baie des Iles (Nouvelle-Zélande);

Ile Bourbon;

Ile Sainte-Hélène.

C'est presque autant d'exceptions qu'il y de confirmations de la règle.

Laissons maintenant de côté les atterrages et venons à un fait plus simple, à l'influence d'un ban, d'un haut-fond proprement dit.

Cette influence n'a pas toute la généralité qu'on s'est plu à lui attribuer; les journaux de *la Vénus* en fournissent la preuve la plus convainçante, un événement fortuit dont nous dirons un mot, s'y présente, en effet, avec tous les caractères d'exactitude d'une expérience préparée de longue main.

Le 14 août 1838, la frégate approchait de l'archipel des Marquises. La vigie, à moitié aveuglée par la réver-

bération des rayons du soleil couchant sur la surface de la mer, aperçut beaucoup trop tard un large banc situé près de ces îles. *La Vénus* ne put pas changer de route assez vite ; elle franchit les accores du banc, et ne se trouva bientôt que par 6 à 8 brasses ($9^m.7$ à $13^m.0$) de profondeur, tandis que peu d'heures auparavant, 200 brasses ($324^m.8$) de ligne n'atteignaient pas le fond de la mer. Eh bien, cet énorme changement de brassiage n'amena aucune différence dans la température de l'eau. Les chiffres ici parlent d'eux-mêmes :

| Heures. | Température de la mer. | Profondeur en brasses. |
|---|---|---|
| Midi. | 26°.6 | Plus de 200 |
| 1 | 26 .7 | " |
| 2 | 26 .7 | " |
| 3 | 26 .8 | " |
| 4 | 26 .8 | " |
| 5 | 26 .7 | " |
| 6 | 26 .5 | 6 et 8 |
| 7 | 26 .5 | " |
| 8 | 26 .5 | Plus de 200 |
| 9 | 26 .5 | " |
| 10 | 26 .5 | " |
| 11 | 26 .5 | " |
| Minuit. | 26 .5 | " |
| 1 | 26 .5 | " |
| 2 | 26 .3 | " |
| 3 | 26 .2 | " |
| 4 | 26 .2 | " |
| 5 | 26 .3 | " |
| 6 | 26 .3 | " |
| 7 | 26 .5 | " |
| 8 | 26 .5 | " |
| 9 | 26 .5 | " |
| 10 | 26 .6 | " |
| 11 | 26 .6 | " |
| Midi. | 26 .7 | " |

Ces quelques chiffres sont la condamnation définitive des théories d'où résulte la conséquence que l'eau doit toujours être plus froide sur un banc qu'en pleine mer. Ils ne laissent de place qu'aux explications plus modestes : à celles qui prétendent seulement établir qu'un refroidissement est la conséquence *ordinaire* du voisinage d'un banc, et que certaines causes peuvent masquer ce premier effet.

§ 5. — Température des sources.

On sait bien aujourd'hui qu'il ne faut pas prendre aveuglément la température d'une source pour la température moyenne de la localité où elle perce la surface de la terre, où elle vient au jour. Si la source a son origine à de grandes profondeurs, elle est inévitablement thermale. Plaçons, au contraire, cette origine vers la sommité de quelque montagne voisine, et nous verrons probablement sourdre l'eau à un degré du thermomètre peu élevé. Toutefois, on se tromperait beaucoup en concluant de là que les observations des températures des fontaines, des puits, n'ont plus aucune valeur en météorologie. Ces observations, convenablement rapprochées des circonstances géographiques et géologiques qui peuvent exercer de l'influence, convenablement discutées, enfin, doivent contribuer au progrès des sciences. Les observations de ce genre que les officiers de *la Vénus* ont faites, sont certainement une excellente acquisition.

Parmi ces observatious nous remarquons :

A Rio-Janeiro (latitude 22° 54′ S.), celle d'un puits,

dans l'île de Villegagnon, à 4 mètres de profondeur, avec un tiers de mètre d'eau ; le 5 février 1837, vers 8 heures du matin, on trouva 23°.0 centigrades.

La température d'une source assez abondante et bien abritée, près du village de Saint-Domingue, le 14 février, vers 8 heures du matin, était 23°.2.

La température de l'eau de l'aqueduc souterrain de Sainte-Thérèse, un peu au-dessous du couvent de ce nom, le 15 février, était 23°.5.

Tous ces nombres seraient bien faibles, si l'on jugeait de la température de Rio-Janeiro par celle de la Havane que Ferrer a fixée à + 25°.6.

Au Callao de Lima (latitude 12° 3′ S.), la différence, toujours dans le même sens, entre la température moyenne présumée de l'air et la température des sources, serait bien plus tranchée encore, si le climat dépendait exclusivement de la latitude.

Le 16 mai 1838, nos voyageurs trouvèrent que deux sources assez abondantes, sortant de terre à mi-falaise entre le Callao et Moro-Solar, marquaient l'une et l'autre 21°.8, là où l'on aurait dû s'attendre à trouver environ 26°.

A Papeïti (Taïti, latitude 17° 32′ S.), une source très-forte sortant de la colline au sud de la ville, le 11 septembre 1838, marquait à midi 24°.8, et à 6 heures du soir 24°.8.

A Payta (latitude 5° 7′ S.), la température de la terre, dans une case, à deux tiers de mètre de profondeur, par une moyenne de dix observations faites de trois heures en trois heures, était, les 15 et 16 juin 1838, de 25°.2

Si l'on rapproche ces diverses observations de celles que le capitaine Tuckey fit en 1816, et qui lui donnèrent pour la température d'une source située sur le bord du Zaïre, à 5° de latitude sud, + 22°.8 seulement ; si l'on se rappelle, en outre, que + 27°.5 sont généralement considérés comme la température moyenne des régions équatoriales, on restera de plus en plus convaincu que dans ces régions il y a une cause particulière qui maintient la Terre, les sources, un peu au-dessous de la température moyenne du lieu, telle du moins qu'on la détermine avec un thermomètre suspendu dans l'air.

Dans les îles Sandwich (latitude 21° 18′ N.), à la capitale de Wahou, à Honoloulou, la température de l'eau du puits de la Mission catholique était, le 13 juillet, vers 6 heures du soir, + 24°.3.

A Valparaiso (latitude 33° 2′ S.), une source assez abondante, dans une *quebrada*, près du vieux port San-Antonio, le 28 mars 1838, marquait, vers une heure du soir, + 16°.6.

Une autre nappe provenant de diverses sources, le 5 mars 1837, à 3 heures du soir, marquait + 17°.1.

L'eau de l'Aiguade, à l'Almandral, le 4 mai 1837, vers une heure du soir, marquait + 17°.0.

A Monterey (latitude 36° 36′ N.), une faible source près la pointe Pinos, le 4 novembre 1837, indiquait + 16°.2 ; et une autre source, au sud de la ville, le 6 novembre 1837, + 16°.0.

A San-Francisco (latitude 37° 50′ N.), une source très-faible, près du rivage, le 31 octobre 1837, marquait + 17°.1, tandis qu'une source plus élevée donnait

+ 16°.3, et qu'une troisième plus élevée encore, indiquait cette même température de 16°.3.

Les observations de Monterey et de San-Francisco, comparées à celles de Valparaiso, ne paraissent certainement pas indiquer que, par des latitudes modérées, sur la côte orientale de l'Amérique, la température des régions situées au nord de l'équateur surpasse celle des régions situées au midi. Ces mêmes observations, rapprochées de celles des États-Unis, sont une nouvelle preuve de l'extrême dissemblance qu'il y a, sous le rapport du climat, entre la côte orientale et la côte occidentale de l'Amérique du nord.

## CHAPITRE VII

### MÉTÉOROLOGIE OPTIQUE

La campagne de *la Vénus* n'a pas été favorisée par le hasard, sous le point de vue des phénomènes de lumière atmosphérique qui sont aujourd'hui rangés dans la météorologie. Pendant les trente mois qu'a duré le voyage, de nombreux observateurs, dont plusieurs étaient constamment en station sur le pont de la frégate, n'ont vu que trois aurores polaires : deux boréales et une australe;

Aucun halo ne s'est offert à eux sous une forme elliptique, et aucun arc-en-ciel n'a paru s'écarter des règles communes;

Aucune particularité saillante n'a distingué les apparitions de la lumière zodiacale de celles que d'autres voyageurs avaient anciennement décrites;

Aucune averse extraordinaire d'étoiles filantes n'a eu lieu, même aux époques qui depuis quelques années ont été recommandées à l'attention du public, etc., etc.

On aurait tort néanmoins de conclure de là que désormais ces questions ne devront plus figurer dans les instructions remises aux navigateurs.

Il est certain que des halos semblent quelquefois elliptiques. Si des mesures montrent que c'est une pure illusion, tout sera dit. Supposons, au contraire, que l'ellipticité soit réelle; alors il faudra étudier l'influence de la température des prismes flottants de glace sur lesquels le halo paraît se former; il faudra rechercher si les parties supérieures et inférieures de la courbe étant engendrées par des prismes diversement élevés dans l'atmosphère, par des prismes qui, dès lors, doivent avoir des températures dissemblables, la différence de réfraction de ces prismes peut expliquer l'inégalité observée des diamètres du halo. En cas d'insuffisance de cette cause, on étudiera les effets de la couche d'humidité, probablement prismatique, dont se couvrent, sans doute, en descendant à travers l'atmosphère, les glaçons, prismatiques eux-mêmes, dans lesquels depuis Mariotte et depuis des observations de polarisation récentes, il semble en tout cas difficile de ne pas voir la cause générale du phénomène. Ajoutons que des mesures exactes de halos, fussent-ils circulaires, que ces mesures, faites spécialement entre les tropiques, seront toujours une donnée météorologique importante.

La série d'arcs secondaires, principalement rouges et verts, dont le premier arc-en-ciel est bordé intérieure-

ment, paraît avoir pour cause, d'après la théorie et d'après l'expérience, des gouttes d'eau sphériques de très-petites dimensions. Si dans quelques régions du globe les arcs secondaires manquent toujours, il faudra en conclure que toujours aussi la pluie s'y détache des nuages à un état de grosseur inusité, assignable d'ailleurs par le calcul.

Tel paraît être le cas dans les régions équatoriales, car les registres manuscrits que M. d'Abbadie, en partant pour l'Abyssinie, a déposés dans les mains d'un de nous, renferment ce passage :

« Olinde (Brésil), le 8 mars. Peu de temps après le lever du soleil, j'ai observé un bel arc-en-ciel par une pluie d'une extrême finesse. Je n'y ai point aperçu d'arcs supplémentaires, pas plus que dans cinq autres arcs-en-ciel que j'ai vus dans les régions équinoxiales. — 9 mars, 7 heures et demie du matin. Bel arc-en-ciel. Absence complète d'arcs supplémentaires. »

Les observations faites pendant la campagne de *la Vénus*, confirment, plutôt qu'elles ne contredisent, les remarques de M. d'Abbadie. Toutefois, comme il s'agit ici d'un phénomène peu apparent et dont les couleurs, pour qui n'est pas bien averti, semblent se confondre avec celles du premier arc-en-ciel ordinaire, il est prudent d'en appeler à un plus ample informé. Il nous semble qu'on hâterait beaucoup la solution de ce curieux problème de météorologie optique, en publiant une figure coloriée de l'arc-en-ciel principal et des couleurs périodiques qui le bordent intérieurement. Nous prendrons la liberté de rappeler cette remarque à l'Académie, si

jamais elle se décide à réunir en un seul volume les instructions éparses qu'elle a données à diverses époques.

La lumière zodiacale a été observée pendant la campagne de *la Vénus :*

Le 7 janvier 1837, de 7 à 8 heures du soir (latit. 31° 43′ N., longit. 17° 22′ O.), son sommet ne paraissait s'éloigner du Soleil que de 70°.

Le 11 mai 1838, à 7 heures du soir (latit. 12° 4′ S., longit. 79° 33′ O.). Elle était très-belle, très-apparente.

La distance de sa pointe au Soleil était de 110°.

Le 14 et le 15 septembre 1838, le soir (latit. 17° 32′ S., longit. 151° 54′ O.). La lumière se voyait bien.

Sa distance au Soleil était de 63°.

Le 7 et le 8 octobre, 8 heures du soir (latit. 33° S., longit. 174° E.). Le ciel et l'horizon étant d'une pureté extraordinaire, la distance de la pointe du phénomène au Soleil n'est que de 57°.

On voit que la moindre longueur a correspondu au ciel d'une pureté extraordinaire. N'est-ce pas une confirmation de cette assertion de Cassini, peu admise jusqu'ici à cause des éternels changements des atmosphères d'Europe, qu'en peu de jours la longueur du phénomène peut varier de 69 à 100° ?

## CHAPITRE VIII

### COURANTS

Un voyage pendant lequel on a pu si souvent comparer la position de la frégate, déduite d'observations

astronomiques, à celle qui lui était assignée par l'estime, donnera, sur la direction et sur la vitesse des courants, une multitude de résultats précieux; mais ce n'est pas seulement de cette manière que *la Vénus* aura contribué à l'avancement d'une branche de l'art nautique dont l'imperfection saute aux yeux de tout le monde, même quand on la considère comme une simple collection de faits, et qui, d'autre part, n'offre presque rien de bien établi sous le point de vue théorique. Des observations de la température de la mer, faites d'heure en heure, de jour comme de nuit, pendant trente mois consécutifs, ne manqueront pas de nous éclairer sur le cours de plusieurs de ces mystérieuses rivières d'eau chaude et d'eau froide qui sillonnent la surface des mers.

Par exemple, il a été souvent question dans cette enceinte de l'immense courant d'eau froide qui venant de l'océan Antarctique, rencontre la côte occidentale de l'Amérique vers le parallèle de Chiloé, remonte ensuite le long des côtes du Chili et du Pérou avec l'empreinte tellement manifeste d'une basse température empruntée aux régions polaires, que dans le port de Lima (au Callao), les Espagnols, peu de temps après la conquête de l'Amérique, reconnurent déjà que pour rafraîchir leurs boissons, il fallait les plonger dans l'eau de la mer.

Les limites de ce courant n'ont pas encore été tracées avec toute la précision désirable. Sur certaines cartes, nous les trouvons notablement au nord de l'équateur; sur d'autres, elles restent tout entières dans l'hémisphère austral; il en est, enfin, qui font de l'équateur lui-même la limite où les eaux froides s'arrêtent. Ces doutes nous

semblent devoir être dissipés à l'aide des nombreuses observations de tout genre que *la Vénus* a recueillies : notamment en 1837, dans les traversées successives de Chiloé à Valparaiso, de Valparaiso à Lima, de Lima aux îles Sandwich ; en 1838, dans le voyage d'Acapulco à Valparaiso ; dans le voyage de Valparaiso au Callao, suivant une route différente de celle que la frégate parcourut l'année précédente ; enfin, dans la traversée du Callao à Payta, et surtout pendant l'exploration des Galapagos. Déjà, en jetant un simple coup d'œil sur les registres de l'expédition, nous apercevons, le 15 juillet 1838, une observation de la température de la mer faite sous l'équateur même et par 94° de longitude occidentale, qui donne seulement 23° centigrades, lorsque, sans la présence du fleuve d'eau froide on aurait certainement trouvé 4° de plus. Le 16 et le 17 du même mois, cette température s'était encore abaissée : l'eau ne marquait que 22°.4 et 22°.8 ; mais le 17 *la Vénus* naviguait déjà par 1° 1/2 de latitude sud.

La traversée de 1837, de Lima aux îles Sandwich, s'opéra, à fort peu près, pendant les quinze premiers jours, dans la direction d'un parallèle de latitude. En suivant de l'œil les températures sur les tableaux numériques, on les voit croître avec une grande régularité. Ce voyage donnera donc la largeur exacte du courant, en tant, du moins, qu'on voudra le définir par l'anomalie de sa température.

Un courant d'eau froide ne semble pas pouvoir être dans les mers tempérées, un courant superficiel. Si l'eau froide n'existait qu'à la surface, elle se serait bientôt pré-

cipitée vers le fond en vertu de son excès de pesanteur spécifique.

Ce raisonnement est d'une évidence incontestable. Toutefois, oserons-nous l'avouer, nous avons interrogé l'expérience, pour nous assurer que les choses se passent réellement ainsi dans l'immense courant froid qui longe les côtes du Chili et du Pérou. L'expérience, au reste, ne nous a pas fait défaut.

Le 16 avril 1837, vers le sud-ouest de Chiloé, le temps étant parfaitement calme et la frégate sans aucune voile, on fila dans la mer une ligne de sonde de 1,100 brasses de long, portant à son extrémité le plomb suivé ordinaire et le cylindre en cuivre du thermométrographe.

La ligne de sonde parut parfaitement verticale !

Cependant, la frégate était alors entraînée, du sud au nord, avec toute la vitesse du courant superficiel au milieu duquel elle flottait. Si la ligne de sonde, si le plomb, si l'étui en cuivre du thermométrographe n'avaient pas rencontré, eux aussi, dans leur trajet et à 1,100 brasses de profondeur, des couches d'eau se mouvant du sud au nord et ni plus ni moins à l'égal de la surface de la mer, ils auraient, dans un cas, devancé *la Vénus*; dans l'autre, le plomb et l'étui seraient restés en arrière; les deux hypothèses eussent également rendu la corde inclinée.

Le courant chilien ne peut donc plus être considéré comme une simple rivière superficielle d'eau froide. Il est produit par une section considérable des mers polaires, marchant majestueusement du sud au nord. La masse liquide qui s'avance ainsi à la rencontre de la ligne équinoxiale, n'a pas moins de 1,780 mètres de profondeur.

Ce beau résultat ne doit pas étonner. Plus on étudie de près les phénomènes naturels, plus ils acquièrent d'importance et de grandeur.

En examinant avec attention dans le tableau de la page 257, la sonde thermométrique faite le 23 mars 1839 à l'ouverture du canal de Mozambique, peut-être trouvera-t-on que la température observée à 900 brasses, entraîne la conséquence que le courant chaud de ces régions est aussi un courant de masse.

Il nous a paru curieux d'examiner comment à diverses distances des régions antarctiques, se distribue la température dans l'immense masse liquide froide dont nous venons d'étudier la marche. Nous avons eu la satisfaction de trouver dans les registres de *la Vénus* deux séries d'observations qui, fortuitement, se prêtaient assez bien à cette recherche.

Pendant la première, faite en plein courant, au sud-ouest de Chiloé, le thermométrographe donna :

| | |
|---|---|
| A la surface de la mer.......... | + 13°.0 |
| A 500 brasses.................. | + 4 .1 |
| A 1,100 brasses (sans fond)..... | + 2 .3 |

Plus tard, près de Pisco, au sud de Lima, dans une région où, sans le moindre doute, le même courant existe aussi,

| | |
|---|---|
| La mer, à la surface, était...... | + 19°.1 |
| A 130 brasses on trouva......... | + 13 .1 |

Ainsi, dans le trajet entre Chiloé et Pisco, l'eau de la surface s'étant échauffée de 6°.1, celle à la profondeur

de 130 brasses (211 mètres), comme on peut le déduire d'une partie proportionnelle, n'avait gagné que 2°.4.

Au reste, plus cette augmentation dans la température de l'eau profonde serait petite, et plus on en donnerait aisément l'explication.

On ne connaissait jusqu'ici, dans la vaste étendue des mers, que trois grands courants à températures anomales, savoir :

Le courant froid que nous venons d'étudier, mais dont une branche, après s'être repliée vers l'île de Chiloé, longe la côte de l'Amérique en marchant du nord au sud, et double le cap Horn avec une température qui là est relativement chaude ;

Le Gulf-Stream, si bien connu de tous les navigateurs ;

Enfin, le courant chaud qui longe le banc des Agullas, près du cap de Bonne-Espérance.

*La Vénus* n'aurait-elle pas découvert un quatrième de ces courants, à température chaude, dans le sud-sud-est de la terre de Van-Diemen ? Il est certain, d'après les observations suivantes, qu'entre le 6 et le 9 janvier 1839, que particulièrement le 7 et le 8, la frégate traversa une rivière chaude. Cette rivière a-t-elle la permanence des trois courants que nous avons déjà cités ? Ce sera aux navigateurs futurs à le décider.

Janvier 1839.

| Heures. | le 6. Latitude 45° 56′ S. Longit. 146° 30′ E. | le 7. Latitude 45° 16′ S. Longit. 146° 0′ E. | le 8. Latitude 44° 30′ S. Longit. 144° 19′ E. | le 9. Latitude 46° 3′ S. Longit. 143° 16′ E. |
|---|---|---|---|---|
| Midi. | 10°.8 | 10°.2 | 12°.2 | 11°.3 |
| 1 | 11 .0 | 11 .5 | 12 .4 | 10 .9 |
| 2 | 11 .0 | 12 .0 | 12 .7 | 11 .5 |
| 3 | 11 .0 | 12 .6 | 13 .0 | 10 .0 |
| 4 | 10 .7 | 13 .5 | 13 .3 | 9 .8 |
| 5 | 10 .6 | 14 .0 | 13 .2 | 9 .8 |
| 6 | 10 .5 | 14 .0 | 13 .0 | 9 .5 |
| 7 | 10 .5 | 14 .0 | 13 .0 | 9 .6 |
| 8 | 10 .5 | 14 .0 | 13 .0 | 9 .6 |
| 9 | 10 .2 | 14 .0 | 13 .0 | 9 .6 |
| 10 | 10 .2 | 13 .8 | 12 .8 | 9 .5 |
| 11 | 10 .0 | 13 .8 | 12 .8 | 9 .5 |
| Minuit. | 9 .8 | 13 .7 | 12 .5 | 9 .5 |
| 1 | 9 .6 | 13 .7 | 12 .0 | 9 .8 |
| 2 | 9 .5 | 13 .8 | 11 .8 | 9 .8 |
| 3 | 9 .3 | 13 .7 | 11 .5 | 9 .8 |
| 4 | 9 .3 | 13 .5 | 11 .3 | 10 .0 |
| 5 | 9 .5 | 13 .2 | 11 .5 | 10 .2 |
| 6 | 9 .8 | 13 .0 | 11 .7 | 10 .2 |
| 7 | 10 .0 | 12 .8 | 11 .9 | 10 .2 |
| 8 | 10 .8 | 12 .8 | 12 .2 | 10 .5 |
| 9 | 10 .0 | 12 .5 | 12 .0 | 10 .2 |
| 10 | 10 .0 | 12 .2 | 11 .7 | 9 .9 |
| 11 | 10 .0 | 12 .0 | 11 .5 | 9 .9 |
| Midi. | 10 .2 | 12 .0 | 11 .3 | 10 .0 |

# CHAPITRE IX

## OBSERVATIONS DÉTACHÉES

### § 1. — Hauteur des nuages.

On sait très-peu de chose sur la hauteur ordinaire des nuages qui se forment au sein des atmosphères continentales et loin des montagnes ; on ne sait vraiment rien

sur la hauteur moyenne des nuages répandus dans les atmosphères océaniques. Les déterminations de ces dernières hauteurs, obtenues pendant la campagne de *la Vénus*, seront donc reçues avec satisfaction par tous les physiciens.

Deux méthodes de mesure ont été employées. Dans la première, l'observateur placé à la plus grande hauteur possible sur le mât de la frégate, attendait qu'un petit nuage isolé ou un bord de nuage vînt à passer dans le vertical du Soleil. A cet instant, il déterminait, à l'aide d'un instrument à réflexion, la dépression au-dessous de l'horizon rationnel de l'ombre portée par le nuage sur la mer, la hauteur angulaire du nuage, la hauteur angulaire du Soleil. Le reste était du ressort du calcul.

En effet, dans le triangle rectangle formé, 1° par la ligne verticale abaissée de l'œil de l'observateur jusqu'à la surface de l'Océan; 2° par la ligne visuelle dirigée sur l'ombre du nuage; 3° par la ligne horizontale comprise entre cette même ombre et le pied de la verticale; dans ce triangle, disons-nous, on connaît le côté vertical et deux angles : la plus simple des formules trigonométriques sert à en déduire l'hypoténuse, c'est-à-dire la distance rectiligne de l'ombre du nuage à l'observateur.

Considérant alors un second triangle : celui dont les trois angles sont occupés par l'observateur, le nuage et son ombre, chacun verra immédiatement que l'on connaît un des côtés et deux angles. La distance rectiligne du nuage à son ombre s'en déduira trigonométriquement. La ligne droite sur laquelle cette distance se mesure, rencontre la surface horizontale des eaux, sous une incli-

naison presque mathématiquement égale à la hauteur angulaire qu'avait le Soleil au moment de l'observation ; elle est d'ailleurs l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont l'angle droit se trouve au pied de la perpendiculaire, abaissée du nuage sur la mer. Dans ce triangle on connaît ainsi un côté et deux angles. Le côté vertical de l'angle droit peut donc être calculé ; or, ce côté est précisément la hauteur cherchée du nuage.

La seconde méthode est plus connue. Elle exige l'observation du moment où le Soleil se couche ; l'observation du moment où l'astre cesse d'éclairer directement le nuage, ce qui est facile à cause du changement assez subit d'éclat qui se manifeste alors ; il faut, enfin, pour ce dernier moment, l'observation de la hauteur angulaire et de l'azimut du nuage.

Cette seconde méthode est moins souvent applicable que la première, surtout en dehors des tropiques où un horizon trouble et embrumé empêche presque toujours d'observer le véritable coucher du Soleil. Elles doivent, cependant, l'une et l'autre, fixer l'attention des voyageurs. Pour exciter à les employer, nous consignerons ici le résultat moyen qu'elles ont donné aux officiers de *la Vénus*, relativement aux nuages qui se forment dans la région des alizés et qui obéissent à l'impulsion de ces vents.

Ce résultat, tant dans l'océan Atlantique qu'au milieu de la mer du Sud, se trouva toujours compris entre 900 et 1,400 mètres. La limite extrême de 1,400 mètres fut trouvée le 20 février 1838, par 13° 0′ de latitude australe et 109° 3′ de longitude occidentale.

§ 2. — Profondeur de l'Océan.

La détermination des plus grandes profondeurs de l'Océan n'a pas moins d'intérêt et d'importance que celle de la plus grande hauteur des montagnes. Les physiciens recueilleront donc précieusement les résultats de deux belles opérations exécutées pendant le voyage de *la Vénus*, l'une aux environs du cap Horn, l'autre près de la ligne, dans l'océan Pacifique.

Le 5 avril 1837, par 57° 0′ de latitude australe et 85° 7′ de longitude occidentale, à 185 lieues marines dans l'ouest 8° sud du cap Horn, à 140 lieues des terres les plus voisines, par un calme plat et un très-beau temps, on commença, à 9 heures du matin, à filer des lignes portant à leur extrémité : 1° le plomb ordinaire des lignes de sonde; 2° un thermométrographe de M. Bunten, enfermé dans un étui cylindrique en laiton, de $33^{\text{mill.}}.4$ de diamètre intérieur et de $15^{\text{mill.}}.6$ d'épaisseur. A $9^{\text{h}}\ 53^{\text{m}}$ on avait filé 24 lignes, faisant en tout 2,500 brasses. Réduisant cette longueur à la verticale, à raison de 15° d'inclinaison moyenne déterminée sur la partie visible de la ligne, et dans la supposition d'une direction rectiligne, on trouve que le plomb était descendu à 2,411 brasses, c'est-à-dire à un peu plus de 4,000 mètres.

Lorsque, après un halage exécuté par soixante matelots et qui dura plus de deux heures, le plomb fut revenu à la surface, on reconnut qu'il n'avait pas touché le fond.

La mer, dans les parages en question, a donc une profondeur de plus de 4,000 mètres.

La seconde opération est du 27 juin 1837. Elle correspond à un point de l'océan Pacifique situé par 4° 32′ de latitude boréale, et par 136° 56′ de longitude occidentale. Il est à 230 lieues marines au sud des îles Bunker. En ce point, un sondage fait avec les mêmes précautions, dans des circonstances très-favorables, c'est-à-dire par un calme plat, a donné plus de 3,790 mètres pour la profondeur de l'Océan.

Ces sondes nautiques, les plus remarquables peut-être qui eussent jamais été faites, autorisent à croire que si la mer venait à se dessécher, on verrait dans son lit de vastes régions, de grandes vallées, d'immenses gouffres tout autant abaissés au-dessous de la surface générale des continents, que les principales sommités des Alpes se trouvent placées au-dessus.

### § 8. — Plus grande hauteur des vagues.

Naguère, on ne savait rien de précis sur la plus grande hauteur des vagues que les tempêtes soulèvent dans l'Océan. Les Instructions de *la Bonite* tournèrent l'attention de ce côté, en même temps qu'elles signalèrent des moyens de mesure d'une exactitude très-suffisante. Depuis ce moment il n'est plus question des vagues vraiment prodigieuses dont l'imagination ardente de certains navigateurs se plaisait à couvrir les mers ; la vérité a remplacé le roman : de prétendues hauteurs de 33 mètres ont été réduites aux proportions modestes de 6 à 8 mètres.

La plus haute lame qui ait assailli *la Vénus* pendant

sa longue campagne, avait $7^m.5$ d'élévation entre le creux et le sommet. Encore a-t-on consenti à donner le nom de lame au rejaillissement résultant du choc de deux vagues distinctes allant l'une sur l'autre obliquement. Les lames proprement dites n'atteignaient pas la hauteur de 7 mètres, même dans les parages du cap Horn, où elles ont, suivant tous les navigateurs, des dimensions inusitées.

C'est dans le sud de la Nouvelle-Hollande que *la Vénus* rencontra les lames, non les plus hautes, mais les plus longues. Ces plus longues lames avaient, d'après l'estime, trois fois les dimensions longitudinales de la frégate, ou environ 150 mètres.

Nous eussions aimé pouvoir joindre à ces intéressants résultats, quelques mesures de la vitesse de propagation des vagues. Mais à bord de *la Vénus* on ne s'était pas préparé à ce genre d'observations. L'Académie consentira certainement à les comprendre dans le programme des futures expéditions.

### § 4. — Pluie par un ciel serein.

Les Instructions de *la Bonite* mentionnaient (chap. II, p. 22), d'après l'autorité de M. de Humboldt et d'après celle de M. le capitaine Beechey, un fait très-remarquable : nous voulons dire des pluies qui tombent par des temps parfaitement sereins. Des observations de Genève sont venues montrer que de semblables pluies ont quelquefois lieu très-loin des tropiques. Malgré ce nouveau témoignage, malgré la cause plausible à laquelle a

été attribué le phénomène, malgré l'explication simple à laquelle il conduit de diverses apparences optiques, des physiciens éminents croient pouvoir le révoquer en doute. Leur specticisme se trouvera peut-être fortifié par une circonstance que nous ne dissimulerons pas : c'est que pendant un assez long séjour aux Galapagos, dans la région même où M. le capitaine Beechey remarqua la pluie anomale, les officiers de *la Vénus* n'ont jamais rien vu de pareil, quoique les avertissements de l'Académie eussent fortement excité leur attention. Il ne sera donc pas inutile de joindre aux témoignages déjà cités, celui qu'un de nous a recueilli dans l'ouvrage d'un ancien académicien, dans le *Voyage de Le Gentil.* A la page 635 du tome II de cet ouvrage, on lit :

« Dans la saison des vents du sud-est, on voit souvent (à l'île de France), surtout le soir, tomber une pluie fine, quoiqu'il fasse, en apparence, le plus beau temps du monde, et que les étoiles paraissent brillantes. »

Il est bien entendu que nous ne prétendons pas, quant à la cause, assimiler entièrement la pluie fine de l'île de France aux pluies à très-larges gouttes citées par MM. de Humboldt et Beechey. Tout ce dont il s'agissait ici, c'était de prouver qu'il pleut quelquefois par un ciel serein, afin que l'insuccès des officiers de *la Vénus* ne détournât pas d'autres voyageurs de s'assurer du fait. Quand les phénomènes sont peu apparents, il faut être prévenu et les chercher, pour les voir et surtout pour les bien observer.

§ 5. — Phosphorescence de la mer.

Nous extrayons le passage qu'on va lire sur la phosphorescence de la mer, du journal particulier de M. l'ingénieur-hydrographe de *la Vénus* :

« Dans False-Bay, au cap de Bonne-Espérance, nous avons eu un exemple bien remarquable de phosphorescence de la mer. Le phénomène était dû à une quantité innombrable de corpuscules sphériques, transparents, fermes, laissant voir chacun à la loupe un point noir entouré de stries également noires. Quand on les remuait avec la main, on sentait un léger craquement comme lorsqu'on presse de la neige. Il y en avait tant, que l'eau était devenue comme sirupeuse. Un seau d'eau filtrée a laissé sur le linge la moitié de son volume de ces petits corps ; l'eau filtrée avait perdu la propriété de devenir phosphorescente par l'agitation, tandis que la matière laissée sur le filtre la possédait au plus haut degré.

« Cette matière étant restée quatorze heures dans une cuvette, se décomposa, répandit une odeur épouvantable de poisson pourri, et n'était plus alors phosphorescente.

« L'éclat de la lumière était si grand quand la mer se brisait à la plage, que j'essayai de lire à cette lueur, et j'y aurais probablement réussi si les éclats de lumière eussent été de plus longue durée, malgré les cinquante pas qui me séparaient de la plage. »

§ 6. — Couleur de la mer.

Les navigateurs ont depuis longtemps remarqué la couleur olivâtre de l'Océan aux atterrages du Callao,

sur la côte du Pérou. Il restera aux observateurs de *la Vénus* d'avoir constaté que dans ces parages l'eau n'est pas pure, qu'elle tient en suspension une matière impalpable verdâtre, semblable à celle qui tapisse le fond de la mer par 130 brasses (211 mètres) de profondeur. Cette matière dans son état naturel est inodore; mais, quand on la brûle, elle répand l'odeur des matières animales en combustion. Elle laisse alors une cendre blanchâtre qui a la plus grande analogie avec la terre végétale du plateau compris entre le Callao et Moro-Solar.

Un fait plus remarquable est le changement de couleur de la mer observée pendant la campagne de la frégate, par 21° 50′ de latitude N. et 21° 54′ de longitude O., à l'endroit même que Fraisier avait déjà signalé. Les officiers de *la Vénus* crurent d'abord à l'existence d'un banc, mais la sonde accusa plus de 600 brasses (975 mètres).

## CHAPITRE X

### MAGNÉTISME

Le magnétisme terrestre est devenu un monde. Il faudra des siècles d'observations pour éclaircir les centaines de phénomènes qu'il embrasse déjà, pour les mesurer avec toute la précision requise, pour découvrir les lois qui les régissent.

S'agit-il de la déviation, par rapport au méridien, de l'aiguille magnétique horizontale, de la déclinaison ? Elle est orientale à une époque, et occidentale à une époque

différente. De là l'impérieuse nécessité de rechercher, en chaque lieu, l'amplitude de l'oscillation, le nombre d'années qu'elle emploie à s'accomplir, la rapidité ou la lenteur de la marche de l'aiguille vers les extrémités et vers le milieu de sa course.

La déclinaison est sujette à une variation diurne? Il faut donc en déterminer la valeur pour chaque saison de l'année; assigner exactement les heures assez dissemblables entre lesquelles s'opèrent, dans divers mois, le mouvement oriental et le mouvement inverse; examiner comment ces éléments changent avec la latitude et la longitude; rechercher encore si, toutes circonstances égales, les côtes orientales des continents peuvent être rigoureusement assimilées aux côtes occidentales.

Les aurores boréales troublent notablement la marche de l'aiguille de déclinaison. Des observations qui datent seulement d'un petit nombre d'années, ont prouvé que les perturbations dépendantes de cette cause, se font sentir presque simultanément dans des lieux fort éloignés les uns des autres; il reste à comparer les observations faites au nord et au midi de l'équateur; il reste à savoir si une aurore australe troublera les boussoles situées dans notre hémisphère, et réciproquement.

L'inclinaison, l'intensité de la force magnétique, donnent lieu à des questions non moins nombreuses, non moins variées.

En matière de magnétisme terrestre, *la Vénus* se serait bornée, pendant sa longue campagne, à planter quelques jalons, à fixer quelques points de repère destinés à guider nos successeurs, qu'elle aurait déjà bien mérité de la

science; mais ce n'est pas pour l'avenir seulement que les officiers de notre frégate ont travaillé : nous nous sommes assurés, en parcourant attentivement leurs journaux, qu'ils pourront dès aujourd'hui attaquer divers problèmes dont la solution obscure, incertaine, reposait sur des bases fragiles.

Il y a un instant, nous nous demandions, par exemple, si l'oscillation diurne de l'aiguille horizontale ; si le mouvement qui, le matin, transporte la pointe nord de la boussole de l'est à l'ouest dans notre hémisphère, et de l'ouest à l'est dans l'hémisphère opposé, se faisait partout aux mêmes époques ; si les heures qui correspondent aux limites extrêmes de ces oscillations ; en d'autres termes, si les heures des maxima et des minima de la déclinaison sont identiques sur toute la Terre. Eh bien, nous pouvons affirmer qu'il n'en est pas ainsi : l'aiguille horizontale atteint les limites de ses excursions diurnes, à des heures différentes suivant les climats.

Il résulte d'une très-longue suite d'observations faites à Paris, que le matin, la pointe nord de l'aiguille arrive aux termes extrêmes de son mouvement oriental, de 7 heures et demie à 9 heures et demie, suivant les saisons; que pendant toute l'année son mouvement occidental est largement décidé à midi; qu'il atteint ses limites entre 1 heure et 2 heures, et qu'à partir de là l'aiguille rétrograde vers l'est jusqu'au lendemain matin.

Sur les journaux de *la Vénus*, nous voyons au Callao, par la moyenne de huit jours d'observations du mois de mai, un premier temps d'arrêt de l'aiguille à 6 heures trois quarts du matin; un autre à 10 heures et demie;

un troisième à 3 heures et demie. A aucune époque de l'année, les mouvements de l'aiguille de Paris ne pourraient, sous le rapport des heures, être assimilés au mouvement de l'aiguille du Callao.

Si entraînés par des vues théoriques d'ailleurs très-plausibles, des physiciens imaginaient encore qu'une aiguille magnétique située sur la côte orientale d'un vaste continent, ne doit pas éprouver, quant aux heures et aux amplitudes, les mêmes variations diurnes qu'une aiguille placée sur la côte occidentale, nous les renverrions aux observations que *la Vénus* nous rapporte de Petropaulo-skoy, au Kamtchatka. Ils trouveraient-là, dans le mois de septembre, une aiguille dont la pointe nord marchait, le matin, vers l'est, jusqu'à 7 à 8 heures; qui ensuite rétrogradait vers l'ouest et parvenait à la limite de cette seconde oscillation, de 2 heures à 3 heures; dont enfin le déplacement diurne moyen s'élevait à 9 minutes et demie. Tout cela, on le sait, eût été à peu près observé dans le mois de septembre, sur la côte occidentale de l'Europe, par la latitude du Kamtchatka.

On comprend difficilement comment la chaleur solaire diurne peut modifier de la même manière, précisément au même degré, les propriétés magnétiques d'un hémisphère aqueux et celles d'un hémisphère solide, terrestre; mais sur la question si complexe du magnétisme du globe, nous n'en sommes pas encore à de petites objections de théorie : pendant de longues années il faudra sans doute se contenter de recueillir des faits.

On a soupçonné que les tremblements de terre pouvaient agir sur la marche diurne de l'aiguille aimantée,

soit en déviant irrégulièrement les parties superficielles du terrain qui supportent les pieds des instruments, soit en modifiant tout à coup les courants électriques intérieurs qui, dans une certaine théorie, seraient la cause première des divers déplacements diurnes étudiés par les physiciens.

Les observations faites à Acapulco ne confirment pas ces conjectures. Pendant le séjour de *la Vénus* dans ce port, il y eut sur toute la côte orientale du Mexique, de fréquents tremblements de terre, et cependant la marche diurne de l'aiguille de déclinaison n'y éprouva pas de perturbations remarquables.

Les phénomènes du magnétisme terrestre sont tellement minutieux, tellement complexes, que pour en saisir l'ensemble on s'est vu obligé de recourir aux représentations graphiques. Parmi les courbes magnétiques dont les mappemondes et d'autres genres de cartes sont aujourd'hui surchargées, aucune n'a excité plus d'intérêt, provoqué plus d'observations et de recherches, fait naître plus de questions que la ligne, toujours assez voisine de l'équateur terrestre, sur tous les points de laquelle l'aiguille d'inclinaison se maintient horizontale, et qu'on est convenu d'appeler l'*équateur magnétique.*

Cette courbe a été successivement l'objet de très-importantes recherches de Wilke, de M. Hansteen et de M. Morlet. Les observations si exactes de M. le capitaine Duperrey, ses persévérantes investigations, ont valu à la science, pour l'année 1825, une détermination de l'équateur magnétique à laquelle il semble difficile de rien ajouter. Grâce à ce travail, on a aujourd'hui l'entière

certitude que l'équateur de 1825 ne coïncide pas avec l'équateur de 1780; on sait que ce dernier a marché graduellement et très-sensiblement de l'est à l'ouest. Reste maintenant à décider si le mouvement s'est opéré et s'opérera toujours d'une manière uniforme; si les irrégularités actuelles de figure se conserveront intactes, quand la suite des années transportera dans l'intérieur des terres la partie océanique de la courbe et réciproquement.

De telles questions sont réservées à l'avenir. Nous pouvons cependant affirmer que les observations de *la Vénus* serviront très-utilement à les éclairer; parmi ces observations nous voyons, en effet, pour cinq rencontres de l'équateur magnétique, des mesures de l'inclinaison faites à la mer à l'aide d'une aiguille qui, bien qu'invariable, donnera de bons résultats, puisque ses indications à l'époque des relâches, étaient soigneusement comparées à celles d'autres aiguilles dont les pôles se retournaient. Nous remarquons aussi que l'influence perturbatrice du bâtiment pourra être calculée. Ajoutons encore que dans vingt-deux déterminations de l'inclinaison à terre, il en est plusieurs de fort petites et d'où l'on pourra déduire la position de divers points de l'équateur magnétique, tout aussi exactement que si l'observateur avait eu les moyens de s'établir sur la courbe même.

Il y a sur le globe de nombreuses séries de points dans lesquels la déclinaison de l'aiguille aimantée est nulle, dans lesquels l'inclinaison est nulle. En existe-t-il où l'aiguille horizontale reste complétement stationnaire, où elle ne subisse aucune variation diurne?

Avant le voyage de *l'Uranie*, cette question n'avait pas même été posée. On croyait alors que le sens de la variation diurne dépendait du sens de la déclinaison; on croyait, par exemple, qu'à Paris, avant 1666, quand la pointe nord de l'aiguille déviait vers l'est, elle devait éprouver, du matin au soir, un mouvement dirigé de l'ouest à l'est, un mouvement opposé à celui que nous observons aujourd'hui.

Un de nous réduisit au néant ces suppositions gratuites, dès qu'il put jeter un coup d'œil sur les observations magnétiques de M. de Freycinet et de ses collaborateurs. Il lui parut en même temps que le globe tout entier pouvait, du point de vue des variations diurnes, être partagé en deux parties entièrement distinctes : l'une boréale, dans laquelle de 9 heures du matin à 2 heures après midi, la pointe nord de l'aiguille marcherait de l'est à l'ouest; l'autre, australe, où de 9 heures à 2 heures, cette même pointe nord marcherait au contraire de l'ouest à l'est. La loi de continuité voulait impérieusement qu'en allant de la première région à la seconde, on rencontrât des lieux où l'aiguille serait immobile. Ces lieux ne pouvaient pas (tous du moins) être sur l'équateur terrestre, puisqu'à Rawack (terre des Papous), par 1' 1/2 seulement de latitude sud, on avait observé une variation diurne de 3 à 4 minutes. Restait à savoir si, à défaut de l'équateur terrestre, l'équateur magnétique ne serait pas la véritable ligne de séparation de cette région boréale du globe où, le matin, s'opèrent des mouvements occidentaux de l'aiguille aimantée, et de la région australe où le mouvement est inverse.

Les observations faites entre les deux équateurs pendant les voyages de *la Coquille* et de *la Bonite*, laissèrent la question un peu indécise.

Les observations de Payta, des îles Galapagos, fruit de l'expédition de *la Vénus*, ne sont pas non plus dans leurs conséquences, exemptes de quelque équivoque, mais elles commencent à faire poindre cette opinion, que la ligne sans variations diurnes horizontales n'est ni l'équateur terrestre ni l'équateur magnétique. Ainsi, de même qu'on a déjà cherché, pour les tracer sur des cartes géographiques, la forme des lignes d'égale déclinaison, d'égale inclinaison, d'égale intensité, on aura peut-être bientôt à s'occuper expérimentalement d'une courbe totalement distincte des précédentes; d'une courbe le long de laquelle l'aiguille, par exception, conservera, de jour et de nuit, absolument la même direction; d'une courbe qui deviendra aussi l'objet de bien des recherches, de bien des voyages.

Ces exigences, ces complications incessantes ne peuvent être une cause de découragement que pour les esprits superficiels. Les théories qui ne satisfont qu'à une, deux ou trois expériences, reposent sur des fondements légers. Au contraire, quand on parvient à leur faire représenter de longues suites de phénomènes, elles acquièrent le seul caractère de certitude auquel, dans les sciences d'observation, il soit donné à l'homme d'atteindre. Comment le système de l'attraction est-il aujourd'hui presque rangé parmi les vérités géométriques : c'est qu'il rend numériquement compte, non pas seulement de l'ensemble des mouvements célestes, mais encore

des milliers de perturbations grandes et petites, positives et négatives, que produisent les actions mutuelles des planètes.

## CHAPITRE XI

### CONCLUSIONS

Nous voici parvenus au terme de la tâche qui nous était imposée. Nous rappellerons donc à l'Académie (une si longue énumération de travaux a bien pu le lui faire oublier); nous rappellerons que le voyage de *la Vénus* fut entrepris dans des vues purement politiques et commerciales; qu'aucune observation de physique terrestre ou d'histoire naturelle n'était ni indiquée ni prescrite au commandant, dans les instructions officielles émanées de l'autorité; que tout ce dont cette campagne aura enrichi la science, sera dû au zèle éclairé de M. le capitaine Du Petit-Thouars, admirablement secondé par l'état-major de la frégate. L'Académie, nous ne saurions en douter, aura vu avec satisfaction que ce bel exemple ait été donné par l'officier distingué de l'armée navale qui porte le nom d'un de nos anciens, d'un de nos ingénieux confrères de la section de botanique. Ce nom ne doit pas nous être moins cher à d'autres titres, car il s'appelait aussi Du Petit-Thouars, le capitaine du vaisseau *le Tonnant*, l'intrépide marin qui, après avoir soutenu avec habileté, avec énergie, et malheureusement sans succès, la nécessité de combattre Nelson en pleine mer, s'embossa devant Aboukir en serre-file de l'amiral; fit clouer son pavillon au mât, afin que per-

sonne autour de lui n'eût jamais la pensée de l'amener; repoussa à portée de pistolet l'attaque simultanée de trois vaisseaux anglais, quoiqu'il n'eût sous ses ordres que 600 hommes, quoique l'incendie et l'explosion du vaisseau *l'Orient* eussent rendu sa position extrêmement périlleuse; perdit dans cette héroïque défense une jambe, les deux bras, et ne voulant pas même abandonner à l'ennemi un corps en lambeaux, fit jurer à son équipage qu'au moment suprême il serait jeté à la mer!

Nous manquerions à notre devoir si nous ne citions pas d'une manière toute particulière, les collaborateurs du commandant de *la Vénus* qui ont le plus habilement, le plus activement contribué aux travaux dont nous avons présenté l'énumération et essayé de faire sentir l'importance.

Au premier rang, nous trouverons M. Dortet de Tessan, ingénieur-hydrographe. M. de Tessan a été l'âme des nombreuses recherches de météorologie, de magnétisme et de physique terrestre dont *la Vénus* nous apporte les résultats. Il a pris une part personnelle à presque toutes les observations, à presque toutes les mesures. Quand les méthodes connues étaient insuffisantes, quand elles ne conduisaient pas à des solutions directes, exactes, des problèmes qu'on se proposait *à priori* ou que des circonstances fortuites faisaient naître, M. de Tessan inventait des méthodes nouvelles.

Une si grande activité aurait étonné votre Commission, si M. de Tessan ne lui eût déjà donné, comme collaborateur de M. Bérard dans le beau travail exécuté le long de la côte septentrionale d'Afrique, la mesure de ce qu'on

peut attendre d'un savoir profond, d'un esprit inventif, d'une connaissance pratique des instruments de marine et de physique, quand ces qualités se trouvent étroitement unies au sentiment du devoir et à un zèle ardent pour le progrès des sciences.

Tous ceux qui ont été embarqués sur les navires de l'État, savent à quel point le commandant en second est absorbé par des devoirs, par des services de tout genre, assurément fort utiles, mais extrêmement multipliés, mais très-fastidieux. Ce n'est pas sans raison que dans leur langage naïf, les matelots appellent tour à tour cet officier *la ménagère* et *le grand prévôt*. Il faut donc nous hâter de dire que malgré les exigences sans nombre de sa position, le commandant en second de *la Vénus*, M. Chiron, a toujours trouvé le temps de présider aux observations météorologiques journalières du bord, d'en assurer la régularité et l'exactitude.

M. Lefebvre, enseigne pendant le voyage, aujourd'hui lieutenant de vaisseau, a toujours concouru aux observations scientifiques avec une habileté, avec un zèle dignes de tous nos éloges. M. Lefebvre paraît marcher à grands pas dans une carrière où plusieurs officiers de la marine française ont trouvé une légitime illustration.

Le nom de M. Goury, jeune élève, se lit trop souvent, en marge des journaux de la frégate, à côté des observations magnétiques, pour qu'il ne doive pas être signalé dans ce Rapport.

La classe des sous-officiers, non moins zélée, non moins habile, non moins méritoire à tous égards dans la marine que dans l'armée de terre, a aussi très-largement

contribué aux travaux de *la Vénus*. Citons d'abord M. A. Dubosc, chef de timonnerie, qui a fait preuve à la fois, pendant toute la durée de la campagne, d'une ardeur infatigable et de connaissances peu communes. Le nom de ce sous-officier se trouve à chaque page des registres qui renferment les observations du baromètre et du thermomètre, les observations de la déclinaison, de l'inclinaison et de la variation diurne de l'aiguille aimantée.

MM. Roline et Leroux, quartier-maîtres de timonnerie, figurent aussi dans toutes ces observations par une exactitude à la fois scrupuleuse, intelligente et éclairée.

N'oublions pas enfin, MM. Kersérho, Bertrand et Brisseau. Ces jeunes gens, destinés à la carrière de capitaine du commerce, ont pris une part très-honorable à presque toutes les recherches dont nous avons présenté l'analyse.

Lorsque M. le ministre de la marine nous transmit le recueil des cartes levées pendant le voyage de *la Vénus*, et l'immense collection de cahiers, de registres manuscrits où toutes les observations sont consignées, il témoigna le désir qu'une Commission en prît connaissance, et que le résultat de son examen lui fût communiqué.

Nous proposerons donc à l'Académie d'envoyer à M. le ministre la copie du Rapport qu'elle vient d'entendre.

Nous croyons aussi qu'elle doit émettre le vœu qu'une *prompte publication* donne au monde savant les moyens de juger, d'apprécier, de discuter les observations de

toute nature, que les navigateurs de *la Vénus* ont faites avec une si grande habileté, et au prix de tant de fatigues.

Ce n'est pas sans dessein, Messieurs, que les mots *prompte publication* viennent d'être jetés dans les conclusions de la Commission. Pour peu qu'on tarde, en effet, à se décider, nos compatriotes perdront probablement le fruit de leurs veilles laborieuses ; les découvertes que nous avons citées ou seulement fait pressentir, verront le jour sous le patronage d'une des nombreuses expéditions anglaises, américaines, etc., qui aujourd'hui sillonnent les mers dans toutes les directions ; si enfin elle s'abandonne encore cette fois à une sorte d'apathie qui lui est fort ordinaire, et dont les fâcheux résultats pourraient cependant être énumérés par centaines, la France, il faut le dire avec franchise, se laissera enlever plusieurs précieux fleurons de sa couronne scientifique.

Avouons-le, néanmoins : en demandant si vivement qu'on se hâte, nous espérons encore détourner l'administration de la marine d'un mode de publication dont les inconvénients sont aujourd'hui manifestes ; nous lui conseillons indirectement de renoncer à des éditions de luxe, là où le luxe serait seulement ruineux ; de proscrire à l'avenir le morcellement indéfini des matières, les interminables livraisons de quelques pages, puisque personne ne lit les ouvrages qui paraissent ainsi ; de se prononcer, en temps et lieu, contre la répartition sur un grand nombre d'années des crédits budgétaires destinés à la publication de tel ou tel voyage formant seulement un ou deux volumes, car de cette manière l'État devient

souvent éditeur de théories vieillies ou d'observations inutiles; sans compter qu'en tenant d'habiles officiers éloignés de la mer, on change, on brise leur carrière et l'on prive le pays des éminents services qu'ils n'eussent pas manqué de lui rendre.

Un coup d'œil rétrospectif sur plusieurs de nos voyages de découvertes, a non-seulement confirmé la justesse de ces réflexions, mais, en outre, il nous a fait découvrir une lacune très-fâcheuse, très-nuisible aux sciences, et qui probablement ne serait jamais comblée si l'Académie, avec l'autorité dont elle jouit, ne la signalait pas à M. le ministre de la marine.

Le voyage de M. de Freycinet avait été jusqu'ici publié en vertu d'un contrat passé jadis entre M. le ministre de l'intérieur et un libraire. Immédiatement après l'achèvement de la dernière livraison de la relation historique, c'est-à-dire de la seule partie dont le débit fût assuré; au moment où les résultats numériques du voyage de *l'Uranie* devaient passer dans les mains des imprimeurs, le contrat a été résilié avec l'assentiment de l'autorité compétente. Que vont maintenant devenir ces manuscrits, si soigneusement rédigés que leur publication ne donnerait pas lieu au remaniement d'une seule ligne? D'immenses recueils d'observations météorologiques faites avec des soins infinis, particulièrement dans les régions équinoxiales; mille et mille mesures de la déclinaison, de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, des variations diurnes de l'aiguille horizontale et de l'intensité du magnétisme terrestre, travail dont l'exactitude le dispute à ce que la physique du globe possède de mieux

e sujet difficile; des recherches de vingt années, yes aux langues des sauvages de la mer du Sud; lumineux vocabulaire qui en est résulté; tout cela t-il donc perdu? Personne assurément ne peut le ir. Aussi, la Commission a-t-elle la ferme confiance tout en sollicitant la prompte publication du voyage . *Vénus*, l'Académie voudra bien appeler l'attention . le ministre de la marine, sur la partie inédite de mpagne de *l'Uranie*. Ce sera faire, à la fois, la part résent, celle du passé, et rendre incontestablement ciences un double service.

# TABLEAU DES RÉGIONS ARCTIQUES

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

William Scoresby, capitaine baleinier et membre de la Société royale d'Edinburgh, adressa en 1820, à l'Académie des Sciences, deux volumes dont il est l'auteur, renfermant la description des régions arctiques et une histoire détaillée de la pêche des baleines dans le Nord. L'Académie voulut bien me charger d'examiner cet ouvrage et de lui en rendre compte. En m'acquittant de ce devoir, j'ai peut-être dépassé les limites ordinaires d'un Rapport verbal; mais j'ose espérer qu'à raison de l'importance de l'ouvrage, du nombre et de la variété des questions qui y sont traitées, du peu de connaissance que nous avons encore sur les régions arctiques, et surtout à cause de la rare sagacité de l'auteur, on me pardonnera les détails dans lesquels je suis entré.

On appelle Rapport verbal, à l'Académie des Sciences, tout rapport fait par un seul commissaire sur un ouvrage imprimé. L'Académie ne se prononce pas sur de tels rapports, et les commissaires peuvent les faire de vive voix : c'est là l'origine du nom qu'on leur a donné. Il arrive néanmoins souvent, quand les ouvrages à examiner

ont quelque étendue, et surtout quand les discussions sont relatives à des nombres, que les commissaires nommés par l'Académie écrivent leurs rapports verbaux. C'est le parti que j'ai pris pour m'acquitter de la mission qui m'avait été confiée. Je reproduis ici à peu près textuellement le Rapport que j'ai lu le 27 août 1821 à l'Académie. Plusieurs passages ont sans doute vieilli, mais comme William Scoresby était un observateur consciencieux, les descriptions que j'ai empruntées à son ouvrage resteront toujours exactes ; j'y ai du reste ajouté quelques détails complémentaires. Il eût été dans l'intérêt du commerce, de la géographie et des sciences que cet ouvrage fût traduit en français. Les deux volumes dont il se compose sont enrichis de vingt-quatre planches fort bien gravées. Je n'ai pu que résumer une grande partie des détails que renferme le texte. Quoi qu'il en soit, les pages qui suivent donnent au moins la substance des observations les plus importantes de l'intrépide nsvigateur.

## CHAPITRE II

### SUR LES COMMUNICATIONS PAR LE NORD, ENTRE L'OCÉAN ATLANTIQUE ET LA MER DU SUD

L'ouvrage de Scoresby renferme une discussion approfondie des arguments à l'aide desquels on a prétendu établir qu'il existe une communication par le Nord, entre l'océan Atlantique et la mer du Sud. Ces arguments ont été tirés de la direction des courants ; de l'époque et de la grandeur des marées ; du fait que tous les ans la mer détruit sur les côtes du Groenland une quantité de glace

beaucoup supérieure à celle qui se forme dans ces parages ; de la présence de bois flottants rongés des vers dans les mers polaires ; et enfin du passage des baleines des mers du Groenland dans celle de Tartarie.

Au Spitzberg, le courant général est dirigé du nord-est au sud-ouest, avec des vitesses variables entre 5 et 20 milles (2 lieues et quart à 9 lieues) par jour. Au détroit de Behring, au contraire, d'après les témoignages de Cook et du lieutenant Kotzebue, le courant, dont la vitesse est d'environ 2 milles (3,600 mètres) à l'heure, porte du sud-ouest au nord-est : il semble donc naturel de supposer que le premier courant est, pour ainsi dire, le prolongement du second.

La glace que le courant en question amène tous les ans sur les côtes du vieux Groenland, où elle est détruite par l'action réunie du Soleil et des vagues, occuperait, suivant les calculs de Scoresby, un espace de 20,000 lieues carrées. Cette glace, douce, épaisse et très-compacte, appartient, dans la classification adoptée par les navigateurs qui fréquentent les mers polaires, à l'espèce désignée par le nom de *Field-ice* (champ de glace). Or, il paraît évident que les régions accessibles aux pêcheurs de baleines les plus intrépides, ne peuvent pas fournir annuellement au delà de 5,000 lieues carrées de Field-ice : en sorte qu'il ne faut rien moins que la totalité du bassin polaire pour fournir à l'immense destruction qui s'opère tous les ans dans le voisinage du cap Farewell.

Les quantités considérables de bois flottant, souvent rongé des vers, que les navigateurs rencontrent sur les côtes du Groenland, ne peuvent guère arriver dans ces

parages que par le nord. Scoresby rapporte qu'on a pêché de l'acajou dans la baie de Baffin et sur les côtes orientales du Groenland, c'est-à-dire dans des régions où le courant général de la mer est décidément dirigé du nord au sud. Ces produits de l'isthme qui unit les deux Amériques ont dû, suivant les idées de notre auteur, flotter sur la côte occidentale de ce continent, passer par le détroit de Behring, longer les côtes septentrionales de l'Asie ou de l'Amérique, peut-être traverser le pôle, et n'atteindre l'océan Atlantique qu'à l'aide de ce même courant qui y amène annuellement de si vastes champs de glace.

On a souvent cité, comme un argument propre à décider la question qui nous occupe, le passage des baleines d'une mer dans l'autre. Voici les faits de ce genre rapportés par Scoresby [1] :

Une baleine, tuée vers la côte de Tartarie, portait sur son dos un harpon hollandais marqué des lettres *W. B.* Ce harpon avait été lancé d'un des vaisseaux de la flotte de l'amiral William Bastiaanz, qui pêchait dans les mers du Spitzberg. Personne sans doute, pour expliquer ce fait, ne s'arrêtera à la supposition que l'animal ainsi blessé avait été doubler le cap Horn ou celui de Bonne-Espérance.

Les Russes qui découvrirent les premiers par mer, en 1716, la péninsule du Kamtchatka, trouvèrent sur la côte ouest une baleine qui avait été blessée par un harpon de construction européenne, et marqué de plusieurs lettres de l'alphabet romain.

1. Voir précédemment *Instructions*, p. 115.

Hendrick Hamel, dans la relation du voyage fait en 1653 sur le yacht *le Sparwer,* assure qu'on prend annuellement sur la côte nord-est de la Corée, un grand nombre de baleines, et qu'il n'est pas rare d'en rencontrer qui portent sur leur corps des harpons français ou hollandais. Ces peuples étaient alors les seuls qui se livrassent avec quelque activité à la pêche de la baleine dans le nord de l'Europe.

Tous ces faits paraissent établir d'une manière péremptoire qu'il existe quelque communication entre les mers du Spitzberg et l'océan Pacifique. Reste à déterminer maintenant si ces communications seront assez faciles pour que le commerce doive en attendre quelque profit. Or, ce doute semble résolu, du moins à l'égard de la route du nord-est, par les tentatives qui ont été faites à diverses époques pour se rendre d'Archangel dans le détroit de Behring. L'immense étendue de côtes comprise entre ces deux points, si l'on en excepte l'espace de 200 milles (92 lieues) environ qui sépare les deux rivières Khatanga et Piacina, a été parcourue par les Russes; mais ils y ont employé cinq ou six ans et un assez grand nombre de bâtiments : en sorte que, suivant toute apparence, ce même voyage ne pourrait être fait, dans les circonstances ordinaires, par un seul navire, qu'en huit ou dix ans. Scoresby tire de là cette conséquence que la découverte du passage nord-est ne faciliterait en aucune manière le commerce de l'Europe avec la Chine et l'Inde.

La recherche d'un passage par le nord-ouest et la baie Baffin était, comme on sait, le principal objet de l'expédition du capitaine Ross. Cet officier a annoncé, à son

Il ne paraît pas qu'aucun navigateur ait guère dépassé jusqu'ici le 83e degré de latitude. De là au pôle la distance, en comptant l'allée et le retour, n'excéderait pas 1200 milles (556 lieues) : or, ne sera-t-on pas convaincu que ce voyage peut être exécuté, si l'on se rappelle que le cosaque Alexis-Markoff parcourut, lui huitième, sur la mer Glaciale, le long de la côte septentrionale de l'empire russe, avec des traîneaux tirés par des chiens, un espace de 800 milles (370 lieues), dans le court intervalle de vingt-quatre jours? Ajoutons que les difficultés augmentent près des côtes, où les glaçons s'entassent de manière à former souvent des barrières impénétrables; tandis qu'en pleine mer les pêcheurs de baleines rencontrent journellement d'immenses plaines de glace (*Field-ice*) parfaitement unies, et dont l'œil n'aperçoit pas les bornes.

## CHAPITRE III

### TABLEAU DES DÉCOUVERTES DES NAVIGATEURS DANS LES MERS POLAIRES

Le chapitre de l'ouvrage remarquable de Scoresby, dont nous venons de présenter l'analyse, renferme en outre un aperçu historique très-intéressant sur les découvertes des navigateurs dans les mers polaires. On y voit que

| | |
|---|---|
| L'Islande fut découverte par un pirate scandinave (Naddodd), en | 861 |
| Le Groenland par un Islandais nommé Gunbiorn, vers | 970 |
| Le Windland (probablement Terre-Neuve), par Biorn, en | 1001 |
| Terre-Neuve, par Jean Vaz Costa Cortereal, en | 1464 |
| Labrador et Fleuve Saint-Laurent, par Gaspard Cortereal, en | 1500 |

| | |
|---|---|
| La Nouvelle-Zemble, par sir Hugh Willoughby, en........ | 1553 |
| La mer Blanche, par Chancellor, en.................... | 1553 |
| L'île de Weigats, par Stephen Burrough, en............. | 1556 |
| La côte ouest du Groenland, par Davis, en.............. | 1585 |
| Le détroit de Davis, par Davis, en...................... | 1587 |
| Bear ou Cherry-Island, par Barentz, en................. | 1596 |
| Le Spitzberg, par Barentz, en.......................... | 1596 |
| La baie d'Hudson, par Hudson, en....................... | 1610 |
| L'île de Jean Mayen, par Jean Mayen, en................ | 1611 |
| La baie de Baffin, explorée par Baffin, en............... | 1616 |
| Le Kamtchatka, découvert par terre (Russes), en........ | 1696 |
| Le détroit de Behring, par Behring, en.................. | 1728 |

## CHAPITRE IV

### DESCRIPTION DE QUELQUES-UNES DES TERRES ARCTIQUES

Scoresby donne dans son ouvrage une description succincte du Spitzberg, des îles adjacentes et de celle de Jean Mayen. Ces régions sont si peu connues, qu'on me pardonnera, j'espère, les détails dans lesquels je vais entrer.

Le Spitzberg est compris entre 76° 30′ et 80° 7′ de latitude nord, et s'étend du 7ᵉ au 20ᵉ degré de longitude est, en comptant à partir du méridien de Paris. Le sol de cette île ne fournit pas dans l'année de quoi nourrir un seul homme, tandis que, suivant la remarque de Scoresby, les mers qui la baignent procurent de grandes fortunes à des milliers d'individus.

Les montagnes du Spitzberg présentent généralement des configurations bizarres, que l'auteur a dessinées, mais dont il serait difficile de donner une idée exacte sans le secours de figures. Un grand nombre de pics ont la forme de pyramides quadrangulaires parfaitement

régulières, et se terminent par des pointes si aiguës, qu'un homme ne trouverait certainement pas à s'y placer. Le plus élevé de ces pics, mesuré trigonométriquement par Scoresby, a 1,340 mètres. Le capitaine Phipps, dans une autre portion de l'île, avait déjà mesuré une montagne dont la hauteur était 1,372 mètres.

En 1818, M. Scoresby gravit avec des peines infinies une montagne de 914 mètres d'élévation, et dont les flancs, de la base au sommet, étaient couverts de petites pierres, parmi lesquelles on en aurait difficilement trouvé une qui pesât seulement 500 grammes. Cet état des roches est général au Spitzberg, et semble devoir être attribué aux effets de la gelée, du moins à l'égard des pierres calcaires qui se laissent pénétrer par l'humidité; car il est plus difficile de concevoir comment cette action se manifeste sur des masses de quartz.

D'après les échantillons de roches rapportés par Scoresby, il paraît que les montagnes du Spitzberg sont formées de *gneiss*, de schiste micacé (*mica-slate*) et de quartz (*quartz-roc*), qui contient de grandes et fréquentes veines de calcaire bleuâtre (*bluish-coloured limestone*). Près de *King's Bay* on trouve du charbon de terre en abondance. Sur le sol d'une profonde caverne, l'auteur recueillit des fragments de spath calcaire rhomboïdal.

Le plus beau spectacle que le Spitzberg offre aux regards des navigateurs est celui des *icebergs* ou montagnes de glace. Ces masses sont analogues aux glaciers des Alpes, et en ont toutes les apparences. Elles remplissent ordinairement de larges vallées parallèles à la

côte, et se prolongent ensuite le long de quelque vallée transversale jusqu'au rivage de la mer, où elles forment des précipices de 120 à 150 mètres d'élévation. La neige dont ces glaciers se couvrent pendant l'hiver est fondue en partie à sa surface par le soleil d'été; mais les courants d'eau qui en résultent rencontrent dans leur descente des couches froides, s'incorporent à elles, les unissent, et contribuent ainsi annuellement à l'augmentation des *icebergs*.

En juillet 1818, Scoresby s'avançait avec sa chaloupe pour examiner de près les sept *icebergs* dont Martens et Phipps parlaient déjà dans leurs relations. La chute de quelques petits fragments l'avait à peine averti de l'existence du danger, qu'une masse de glace de 5 mètres carrés de base sur 46 mètres d'élévation, semblable à une église (ce sont les expressions de l'auteur) se détacha du glacier, tomba dans la mer avec un bruit semblable à celui du tonnerre, et produisit d'épais tourbillons de vapeur.

En certains lieux où la mer est presque constamment gelée, les bergs ou glaciers s'avancent quelquefois au loin dans l'Océan jusqu'à des distances où la sonde indique des profondeurs de plusieurs centaines de mètres. De telles masses, quand elles se détachent, forment ces montagnes flottantes que les pêcheurs appellent aussi des *icebergs*, et qu'ils rencontrent en si grande quantité vers la côte orientale du Groenland. Les petits *icebergs* tirent peut-être leur origine de chutes analogues à celle dont Scoresby fut témoin en 1818. Quoi qu'il en soit de ces conjectures, il est certain que l'eau qui résulte de la

fusion des icebergs flottants, grands ou petits, est toujours douce. Un nouveau trait de ressemblance de cette glace avec celle des Alpes, est qu'à la surface des fractures récentes, la couleur de la glace est un vert bleuâtre approchant beaucoup du vert d'émeraude.

Quoique maintenant les pêcheurs de baleines viennent en vue du Spitzberg presque à chaque voyage, un très-petit nombre seulement se hasarde à y prendre terre. William Scoresby et son fils y ont débarqué cependant plusieurs fois : c'est à leur zèle que nous sommes redevables des observations minéralogiques qui précèdent. Dans aucun de leurs voyages, ces habiles navigateurs n'ont aperçu de quadrupèdes; mais les fentes des rochers sur le rivage étaient remplies d'une immense quantité d'oiseaux qui poussaient, à l'approche des chaloupes, des cris étourdissants, et faisaient mine de se défendre contre les matelots, quand ceux-ci allaient s'emparer de leurs œufs ou de leurs petits. On trouve dans l'ouvrage les noms de tous les oiseaux vus par Scoresby.

Notre auteur a trouvé sur le rivage de la mer une espèce d'*helix*, le *clio borealis* et de petites chevrettes (?) (*shrimps*) ; mais il n'a vu nulle part des individus appartenant à la classe des vers, circonstance d'autant plus digne d'attention que les bois flottants qu'il a rencontrés dans les parages du Spitzberg, avaient été évidemment rongés par des animaux de cette espèce.

On trouve, à la fin du premier volume de l'ouvrage, le catalogue des plantes du Spitzberg dressé par M. Robert Brown, d'après les échantillons que Scoresby avait recueillis en 1818 : ici je me contenterai de dire que la

végétation est si rapide dans cette contrée, que la plupart des plantes naissent, fleurissent et portent leur graine dans l'espace d'un mois à six semaines. Les fleurs n'offrent guère dans leurs teintes que le jaune, le blanc et le pourpre. Le seul végétal participant de la nature des arbres que l'auteur ait rencontré n'avait pas plus de 7 à 10 centimètres de hauteur.

Les premiers hommes qui aient hiverné au Spitzberg sont des matelots anglais appartenant à des vaisseaux baleiniers dont ils avaient été séparés par des coups de vent; les uns, au nombre de neuf, périrent tous; les autres résistèrent au rigoureux hiver de l'année 1631, et furent sauvés l'été suivant. Dans l'année 1633, sept matelots de la flotte hollandaise consentirent, moyennant une rétribution convenue, à passer l'hiver au Spitzberg. Quand on alla les reprendre l'année d'après, on les trouva en parfaite santé; mais sept autres individus de la même nation ayant voulu tenter de nouveau, en 1634, cette dangereuse expérience, périrent victimes du scorbut. En 1743, un bâtiment russe fut poussé au large par des coups de vent, au moment où quatre de ses matelots étaient à terre. Ces malheureux se trouvèrent ainsi abandonnés sans ressources au milieu des glaces du Spitzberg. L'un des quatre périt; les trois autres, après un séjour de six ans et trois mois, se sauvèrent sur un bâtiment que le hasard amena vers la partie du rivage où ils habitaient.

Au commencement de ce siècle, la compagnie russe des pêches de la mer Blanche envoyait annuellement au Spitzberg un certain nombre d'individus qui, durant

l'hiver, profitaient de tous les moments favorables pour pêcher et pour chasser. Ce sont maintenant de simples particuliers, la compagnie ayant été détruite, qui se livrent à ce genre d'industrie. Il partent ordinairement de Megen, Archangel, Onega et Rala; ils construisent à terre des huttes semblables à celles des paysans russes, poursuivent, quand le temps leur permet de sortir, les veaux et les chevaux marins, les ours, les renards et les rennes, et retournent chez eux après une absence de treize ou quatorze mois.

Nous parlerons plus loin des observations thermométriques recueillies par Scoresby pendant les nombreux voyages qu'il a faits dans ces régions hyperboréennes; ici nous nous contenterons de donner, soit d'après les récits des chasseurs russes, soit d'après celui des malheureux matelots qui ont séjourné au Spitzberg, un aperçu général de l'aspect qu'offre cette île pendant l'hiver.

Aussitôt que le soleil a dépassé l'équinoxe d'automne, on peut dire qu'on est en hiver.

A la fin de septembre ou vers les premiers jours d'octobre, les vents du N., N.-N.-O., ou N.-O. se font sentir; il gèle et la neige commence à tomber. Les oiseaux qui ne visitent le Spitzberg que pendant l'été, quittent le pays et vont chercher des climats moins rigoureux. Parfois, le froid est déjà si intense vers le 15 septembre, que la bière se gèle même dans les huttes à la distance de deux à trois mètres du feu. En novembre, le soleil disparaît, et la température s'abaisse encore rapidement. Heureusement les vents du sud vont de temps à autre modérer le

froid : il arrive même à toutes les époques de l'année, quand ces vents sont forts et de quelque durée, qu'ils occasionnent un dégel. C'est ordinairement vers les équinoxes que les vents méridionaux soufflent avec le plus de violence. Les ouragans sont très-fréquents au Spitzberg pendant l'hiver ; il tombe alors des tourbillons de neige ; elle s'accumule dans les lieux abrités, mais en plaine sa hauteur ne surpasse jamais un mètre environ. Le chasseur qu'un de ces ouragans atteint hors de sa cabane est obligé de se coucher à terre et d'attendre, couvert de tous ses vêtements et de son traîneau, qu'il soit passé ; si l'ouragan dure plusieurs jours, le malheureux chasseur périt inévitablement. Les ours sont les seuls animaux qu'on rencontre à terre en hiver ; les renards et les rennes (*ren-deer*) ne quittent pas le pays, mais ils ne commencent à se montrer que dans le mois de février ; les oiseaux réapparaissent en avril.

Quoiqu'au nord de l'île le Soleil soit perpétuellement sous l'horizon depuis le 22 octobre jusqu'au 22 février, l'obscurité durant cet intervalle n'est pas aussi grande qu'on pourrait se l'imaginer. Le Soleil, en effet, à l'instant de sa plus grande déclinaison australe, s'approche de l'horizon jusqu'à la distance de 13° 1/2, et donne tous les jours un faible crépuscule pendant environ six heures : à quoi il faut ajouter, 1° que la lune est constamment visible tous les mois durant 12 à 14 jours ; 2° que des aurores boréales paraissent souvent embraser la totalité du firmament ; 3° que les étoiles et les planètes brillent dans ces régions d'un éclat extraordinaire ; 4° enfin, que toutes ces lumières ne parviennent pas

seulement à l'œil directement, mais aussi par les réflexions qu'elles éprouvent dans un horizon entièrement couvert de neige. La simple lumière du ciel ne suffit pas néanmoins pour qu'on puisse lire de petits caractères quand la lune est cachée et qu'il n'y a pas d'aurore boréale.

Tout ce que nous venons de dire du Spitzberg doit être textuellement appliqué aux îles plus ou moins considérables dont il est entouré; mais la petite île plus méridionale de Jean Mayen mérite une mention particulière.

Cette île, suivant les observations de Scoresby, est comprise entre 70° 49′ et 71° 8′ 20″ de latitude nord, et s'étend depuis 5° 6′ jusqu'à 6° 24′ de longitude occidentale à partir du méridien de Paris. Au printemps elle est inabordable; mais en été, et surtout en automne, les glaces s'éloignent tellement vers l'ouest, qu'on ne les aperçoit pas même des points les plus élevés de l'île.

Une montagne extrêmement pittoresque, nommée le *Beerenberg* (la montagne de l'Ours), et qui, d'après des mesures de Scoresby, exécutées en août 1817, a 2,095 mètres d'élévation au-dessus de la mer, est le premier objet qui frappe ordinairement les regards du navigateur quand il approche de l'île de Jean Mayen. Au nord-est, trois glaciers ou icebergs, de 392 mètres de hauteur, se précipitent pour ainsi dire de la montagne dans la mer, comme d'immenses cascades qui auraient été subitement gelées. Au sud-ouest du Beerenberg, Scoresby a découvert un volcan; il l'a appelé *l'Esk*, du nom du bâtiment qu'il commandait. Dans l'année 1817,

lorsque l'auteur visita le cratère, on ne voyait nulle part ni feu ni fumée; mais à la fin d'avril 1818, en passant à l'est de l'île, il aperçut d'immenses jets de fumée qui s'élevaient de terre à des intervalles d'environ trois ou quatre minutes, et jusqu'à 1,220 mètres d'élévation.

Dans le point où Scoresby débarqua, le sol de l'île de Jean Mayen était une couche épaisse de sable noir; un examen attentif a prouvé que ce sable est un mélange de fer, d'augite et de pyroxène. Les traces de l'action récente d'un volcan se montraient avec évidence sur le rivage : il était couvert de cendres, de scories, de laves vésiculaires, etc. Les empreintes trouvées sur le sable, au bord de la mer, prouvent que l'île renferme des ours, des renards et des rennes.

## CHAPITRE V

### COULEUR DES MERS POLAIRES

Je n'ai donné que de simples extraits des deux premiers chapitres de l'ouvrage de Scoresby; l'article relatif à la couleur de la mer, par lequel commence le troisième chapitre, ne m'a semblé susceptible que de très-petites abréviations : je l'ai traduit presque en entier et à peu près littéralement.

L'eau de l'Océan, dit Scoresby, est, comme on sait, aussi transparente et aussi dépourvue de toute couleur que celle des sources les plus pures. C'est uniquement dans les lieux où la mer est très-profonde que l'eau paraît acquérir une teinte déterminée et perma-

nente. Cette teinte est ordinairement un bleu ultramarin (*ultramarine*), qui diffère très-peu du bleu que nous offre l'atmosphère quand elle est dégagée de nuages et de vapeurs. Partout où le bleu se montre, la lumière est absorbée dans la masse liquide, n'atteint pas le fond, et les seuls rayons bleus éprouvent une forte réflexion. Mais quand la mer est peu profonde, la couleur de l'eau est modifiée par celle de la lumière que le fond renvoie. Ainsi un fond de sable fin et blanc, dans une eau peu profonde, donne à cette eau une teinte gris verdâtre ou vert pomme, d'autant plus foncée que le fond réfléchit moins de rayons; là où le sable est jaune, l'eau paraît d'un vert sombre; si le sable est obscur, la teinte de la mer le sera également; le sable bien broyé ou la vase donnent à la mer une couleur grisâtre. Ces effets du fond ont été probablement la cause des dénominations de mer Blanche, de mer Noire et de mer Rouge qu'on a appliquées à certaines parties de l'Océan. Près de l'embouchure des grandes rivières, la mer a souvent une teinte brune, provenant de la vase et des autres substances terreuses qui sont tenues en suspension concurremment avec des couleurs végétales ou minérales amenées de terre par les eaux du fleuve; mais en pleine mer et loin des bas-fonds, les couleurs ordinaires des eaux sont le bleu pur ou le bleu verdâtre. Il est bon de rémarquer qu'on se méprend assez souvent sur la couleur de la mer, et que cela tient aux effets du Soleil et à la teinte des nuages. Pour éviter ces illusions, il faut la regarder au travers d'un long tube qui atteigne presque sa surface, arrête les rayons latéraux, les empêche de parvenir à

l'œil par réflexion et procure ainsi la vue de l'intérieur de l'eau : le tuyau par lequel passe le gouvernail remplit parfaitement cet objet. Avec cette attention, la mer, dans un lieu déterminé, offre toujours la même teinte, quels que soient la position du Soleil, celle des nuages, l'état du ciel et celui des vagues ; tandis que si on l'examine au hasard et sans précaution, on verra la surface de la mer changer d'aspect presque aussi souvent que l'atmosphère et participer à la couleur des nuages.

Les eaux des mers polaires offrent des teintes variables depuis le bleu intense jusqu'au vert olive. Certains jours elles sont d'une grande transparence, et quelquefois, au contraire, d'une opacité frappante : ces changements ne dépendent point de l'état de l'air, mais seulement de la qualité des eaux. Hudson, en 1607, avait déjà remarqué des variations de couleur dans les eaux de ces mers : suivant lui, l'eau est bleue près des glaces, et verte dans les parties libres (*open*) ; mais il s'en faut bien que cette règle soit générale. Le capitaine Phipps n'avait point vu, à ce qu'il paraît, d'eau verte durant son voyage. Ces eaux, d'un genre particulier, se rencontrent fréquemment entre le 74e et le 80e degré de latitude nord, et occupent peut-être un quart de l'étendue de la mer que les pêcheurs appellent *the Greenland sea.* Les courants les entraînent parfois d'une place dans une autre ; mais, sur divers points, elles se renouvellent chaque année. Souvent ces eaux sont réunies en longues bandes, dirigées du nord au sud ou du nord-est au sud-ouest, mais avec des dimensions très-variables. Quelquefois Scoresby a vu de ces bandes qui, sur une lon-

gueur de deux ou trois degrés en latitude, avaient en largeur, sur quelques points, un très-petit nombre de kilomètres; dans d'autres, jusqu'à dix ou quinze lieues. C'est ordinairement vers le prolongement du méridien de Londres que les bandes vertes existent. En 1817, dans l'espace compris entre 74° et 75° de latitude nord, la mer était bleue et transparente, depuis 14° jusqu'à 2° environ de latitude ouest à partir du méridien de Paris; au delà l'eau acquérait une légère opacité, et sa couleur devenait vert pré un peu sombre. Quelquefois le passage du bleu au vert se fait progressivement et toutes les nuances comprises entre ces deux couleurs se présentent dans l'espace de trois ou quatre lieues. Dans d'autres circonstances, au contraire, la transition est si brusque, que la ligne de séparation du bleu et du vert s'offre aux yeux aussi nettement que les limites d'un courant : les deux qualités d'eau demeurent alors parfaitement distinctes, comme le sont les eaux d'une large rivière chargée de limon et celles de la mer, à peu de distance de l'embouchure. En l'année 1817, Scoresby rencontra des espaces colorés si étroits que, dans le court intervalle de dix minutes, son bâtiment se trouvait successivement sur des bandes vert pâle, vert olive et bleu diaphane.

Les aliments dont les baleines se nourrissent existent principalement dans l'eau verte : aussi les portions de la mer qui offrent cette teinte sont-elles soigneusement recherchées par les pêcheurs, parce qu'ils y rencontrent beaucoup plus de baleines que partout ailleurs. Ajoutons que dans l'eau verte, à cause de son peu de

diaphanéité, ces grands cétacés n'aperçoivent pas distinctement l'ennemi qui les poursuit, et que dès lors ils se laissent plus facilement prendre que dans l'eau bleue.

Rien de particulier n'ayant été aperçu jusqu'ici dans les eaux vertes, Scoresby avait imaginé d'abord qu'elles empruntaient cette teinte au fond de la mer; mais, après avoir observé que ces eaux sont si imparfaitement diaphanes qu'on aperçoit à peine les langues (*tongues*) de glace, alors même qu'elles ne sont enfoncées que de deux ou trois *fathoms;* après avoir remarqué surtout que les glaces flottantes dans la mer vert olive paraissent d'un jaune orangé sur leurs bords, il demeura convaincu qu'une substance jaunâtre était tenue en suspension dans l'eau, et que sa teinte, combinée avec la couleur bleue qui appartient naturellement à la mer, produisait les bandes verdâtres dont nous avons parlé.

Pour déterminer la nature de ce principe colorant, Scoresby recueillit la neige qui recouvrait un fragment de glace flottante que les coups de mer avaient souvent lavé, et sur lequel s'était déposée une substance colorée particulière. Cette neige fondue donna un liquide très-nébuleux, contenant un grand nombre de globules sphériques, semi-transparents, et des filaments déliés semblables à de petites portions de cheveux très-fins. En examinant ces substances avec un microscope composé, Scoresby fit les observations suivantes.

Les globules semi-transparents sont des animaux du genre des méduses : ils ont entre $0^{\text{mill.}}.8$ et $1^{\text{mill.}}.3$ de diamètre. Leur surface porte douze nébulosités, com-

posées de points brunâtres disposés par quatre ou par six paires alternativement. Le corps de ces méduses est transparent. L'eau qui les renferme émet, quand on la chauffe, une forte odeur très-désagréable, et analogue à celle que donnent des huîtres placées sur des charbons ardents. La substance filamenteuse est facile à examiner à cause de sa couleur plus obscure; elle se compose de parties qui, dans leurs plus grandes dimensions, ont $2^{mill.}.5$ : quand on la regarde avec un très-fort grossissement, on découvre que chaque filament est moniliforme; dans le plus grand que Scoresby ait aperçu, le nombre d'articulations était de 300; leur diamètre ne pouvait donc guère s'élever qu'à 8 centièmes de millimètre. Quoique ces substances lui aient paru plusieurs fois changer d'aspect il n'a pas pu déterminer si elles se composent d'animaux vivants doués de locomotion.

En examinant les diverses espèces d'eau de mer, Scoresby trouva que ces substances existent en très-grande abondance dans l'eau qui est vert olive, comme aussi, mais en bien moindre quantité, dans l'eau d'une teinte bleu verdâtre. La distance entre deux méduses dans l'eau vert olive était de 6 millimètres environ; d'après cela, un centimètre cube de liquide en contiendrait 4, un mètre cube 4,000,000, un kilomètre cube 4 millions de milliards.

L'existence de ces animalcules se lie peut-être à celle de la race entière des baleines franches et de quelques autres espèces de cétacés. En effet les petites méduses forment, suivant toute apparence, la nourriture habituelle des genres *sepiæ, actiniæ, cancri, helices* et autres

animaux inférieurs si abondants dans les mers polaires, tandis qu'à leur tour ces derniers animaux servent d'aliments à plusieurs espèces de baleines qui habitent les mêmes régions.

Il ne paraît guère douteux, d'après tout ce qui précède, que les méduses et les autres petits animaux que Scoresby a décrits ne soient la cause de la teinte verte qu'offrent quelques parties de la mer, et du défaut de transparence des eaux qui ont une couleur vert olive. Quant aux eaux bleues, elles contiennent un très-petit nombre de ces méduses, et sont si diaphanes qu'on a aperçu parfois le fond de la mer jusqu'à 80 brasses (130 mètres) de profondeur.

Nous sommes revenu ailleurs (*Instructions*, chap. IX, § 13, p. 106 à 113 ; *Voyage de la Vénus*, chap. IX, § 5, p. 280) sur les causes de la couleur verte et bleue que présentent les eaux des mers équatoriales et celles des lacs et rivières de la Suisse. L'explication de Scoresby ne satisfait pas, dans ces cas particuliers, aux phénomènes. Nous nous occupons encore de cette question importante dans la Notice que nous consacrons plus loin aux phénomènes que présente l'intérieur de l'Afrique et dans celle relative à la physique des mers.

La phosphorescence de la mer étant en général occasionnée par un grand nombre de petits animaux du genre des méduses, il est naturel de supposer que les bandes vertes jouissent de cette propriété à un très-haut degré; Scoresby n'a pas eu l'occasion de vérifier cette conjecture.

## CHAPITRE VI

### SALURE DES EAUX DE LA MER

La salure et la pesanteur des eaux de la mer été l'objet d'un fort beau travail du docteur Mar les observations rapportées par Scoresby confirment général, les conséquences auxquelles ce savant chin est arrivé. On trouvera plus loin l'analyse de ce vail dans la Notice où nous avons réuni la discus des principaux phénomènes physiques que présenten mers.

## CHAPITRE VII

### TEMPÉRATURE DES MERS POLAIRES

Les sondes thermométriques faites pendant les vo ges du capitaine Ross et du lieutenant Franklin ont duit à ce résultat singulier, que dans la baie de B la température de la mer est moindre au fond qu' surface, tandis que dans le voisinage du Spitzb aux mêmes époques et sous des circonstances parei c'est la surface au contraire qui est plus froide qu fond. La table suivante, où j'ai réuni toutes les obse tions de ce genre faites par Scoresby, montrera cet habile navigateur avait déjà reconnu, dès l'ar 1810, le fait relatif aux mers du Spitzberg. Les de du thermomètre sont centigrades; les longitudes doi être comptées à partir du méridien de Paris.

| Latitude. | Longitude. | Expériences sur l'eau de mer. Profondeur en mètres. | Température. | Température de l'air. |
|---|---|---|---|---|
| 76° 16' | 6° 40' E. | 0 | — 1°.8 | — 11°.0 |
| *Id.* | *Id.* | 91.4 | — 0 .1 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 224.9 | + 1 .0 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 420.6 | + 0 .7 | *Id.* |
| 76° 16' | 8° 30' E. | 0 | — 2°.1 | — 8°.9 |
| *Id.* | *Id.* | 36.6 | — 2 .2 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 91.4 | — 2 .1 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 224.9 | — 1 .1 | *Id.* |
| 76° 34' | 7° 40' E. | 0 | — 1°.1 | — 3°.9 |
| *Id.* | *Id.* | 36.6 | — 0 .6 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 73.2 | + 1 .7 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 109.8 | + 1 .1 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 182.8 | + 1 .5 | *Id.* |
| 77° 15' | 5° 50' E. | 0 | — 1°.5 | — 8°.9 |
| *Id.* | *Id.* | 36.6 | — 1 .5 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 73.2 | — 1 .5 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 109.8 | — 1 .1 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 182.8 | — 1 .1 | *Id.* |
| 77° 40' | 18° 10' E. | 0 | — 1°.6 | — 1°.1 |
| *Id.* | *Id.* | 91.4 | — 1 .5 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 201.2 | — 0 .5 | *Id.* |
| 79° 0' | 3° 20' E. | 0 | — 1°.7 | + 1°.1 |
| *Id.* | *Id.* | 23.8 | — 0 .6 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 67.7 | + 1 .0 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 104.2 | + 1 .4 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 182.9 | + 2 .2 | *Id.* |
| *Id.* | *Id.* | 731.5 | + 2 .2 | *Id.* |
| 79° 4' | 2° 48' E. | 0 | — 1°.7 | + 3°.3 |
| *Id.* | *Id.* | 1,335.0 | + 2 .8 | *Id.* |
| 80° 0' | 2° 40' E. | 0 | — 1°.3 | + 4°.4 |
| *Id.* | *Id.* | 219.4 | + 2 .4 | *Id.* |
| 78° 2' | 2° 30' O. | 0 | 0°.0 | + 2°.2 |
| *Id.* | *Id.* | 1,391.7 | + 3 .3 | *Id.* |

# CHAPITRE VIII

## PROFONDEUR DES MERS POLAIRES

La détermination de la profondeur de la mer n'est pas moins intéressante que celle de la hauteur des montagnes, et se rattache à une foule de questions de physique fort curieuses. Scoresby s'est occupé de cette recherche avec sa sagacité ordinaire, et a obtenu les résultats que je vais rapporter.

En vue du Spitzberg, sur la côte occidentale, par 78° 53′ de latitude et 3° 36′ de longitude orientale, une baleine qui avait été harponnée s'enfonça dans la mer, et portait sur son corps, quand elle revint à la surface, des preuves indubitables qu'elle avait été jusqu'au fond. La longueur de ligne entraînée par l'animal dans sa descente montra qu'en ce point la profondeur de la mer était de 1,098 mètres.

A quelques lieues de là, on trouva de la même manière 1,219 mètres. Mais au milieu de l'intervalle compris entre le Spitzberg et la côte orientale du Groenland, sous les 75e, 76e et 77e parallèles de latitude, et même plus au nord, Scoresby n'a jamais pu atteindre le fond de la mer, quoique, dans quelques-unes de ses sondes, il ait employé jusqu'à 2,194 mètres.

Peu de personnes se font une idée exacte des difficultés qu'on éprouve, même dans le temps le plus calme et sur un bâtiment en repos, lorsqu'il s'agit de sonder à de grandes profondeurs. Il est clair, par exemple, vu la faible compressibilité de l'eau, que la masse de plomb

qu'on attache à la ligne de sonde peut et doit descendre presque indéfiniment, et que l'opinion admise par quelques marins, que le plomb est déjà soutenu et flotte pour ainsi dire dans le liquide quand il est descendu à la profondeur de 1,200 mètres, n'a aucun fondement. Tel est cependant le seul motif sur lequel on s'appuie pour charger les lignes de sonde de poids énormes; mais, comme le fait remarquer Scoresby, la corde qui porte le plomb doit alors avoir un gros diamètre; 1,000 à 1,200 mètres de cette corde pèsent beaucoup même dans l'eau; la force de deux ou trois matelots est nécessaire pour les soutenir; le poids inférieur ne se trouve plus être qu'une petite partie de celui de la corde, et le sondeur ne reconnaît qu'avec peine la diminution de poids, qui cependant est le seul indice d'où il puisse conclure que le plomb a atteint le sol. Scoresby se servait habituellement d'un plomb d'environ 14 kilogrammes; 1828 mètres de la corde à laquelle il le suspendait ne pesaient pas dans l'eau 28 kilogrammes. A l'instant de l'arrivée du plomb au fond de la mer, le poids total se trouve donc diminué d'un tiers, et il est impossible que l'observateur qui le supporte ne s'en aperçoive point. J'ai transcrit ici ces remarques, moins encore à cause de l'intérêt qu'elles présentent, que pour montrer que Scoresby avait examiné avec soin les difficultés inhérentes aux mesures de la profondeur de la mer, et que les déterminations de ce genre qu'il rapporte sont dignes de toute confiance.

Scoresby donne aussi les résultats d'une nombreuse suite d'expériences qu'il a faites à diverses époques pour déterminer de quelle quantité de liquide s'imbibent les

bois de différentes natures quand en les faisant descendre avec la sonde ils se trouvent soumis à des pressions représentées par plusieurs centaines de brasses d'eau de mer. Celui de tous les bois dont la pesanteur spécifique augmentait le plus dans ces expériences est le sapin. Venaient ensuite le frêne, l'orme, le chêne, le teack, le noyer américain, et enfin l'acajou; le liége, dans les mêmes circonstances, acquérait sensiblement moins de poids que l'acajou, et à plus forte raison que tous les autres bois. Un cube de chêne de près de 16 centimètres cubes avait, après un séjour de trois heures dans un vase rempli d'eau de mer, 0.720 de pesanteur spécifique; un séjour de deux heures dans la mer, à la profondeur de 1,935 mètres, avait porté cette pesanteur à 1.185.

## CHAPITRE IX

### COURANTS ET VAGUES DES MERS ARCTIQUES

Le grand courant équinoxial, connu sous le nom de *Gulf-Stream*, après s'être réfléchi dans le golfe du Mexique, longe, comme on sait, la côte orientale des États-Unis, depuis les Florides jusqu'au banc de Terre-Neuve. Scoresby établit sur des preuves incontestables qu'un second courant arrive de la baie de Baffin et des côtes du Groenland sur le même banc. Des deux embranchements qui résultent de leur réunion, l'un est dirigé à l'est-sud-est et l'autre vers l'est-nord-est; celui-ci continue probablement sa course le long des côtes de Norvége jusqu'au cap Nord, où il change de direction par

influence d'un courant occidental qui arrive de la Nou-elle-Zemble et coule ensuite vers le nord-ouest. Nous vons dit précédemment qu'aux environs du Spitzberg, s eaux au fond de la mer sont plus chaudes que celles e la surface : Scoresby pense que ce phénomène tient un courant inférieur dont il faut chercher l'origine dans s régions beaucoup plus méridionales.

Les détails donnés par notre auteur relativement au nouvement des vagues dans les mers polaires n'offre rien le particulier. Scoresby confirme seulement par son émoignage cette opinion si répandue parmi les marins, qu'une forte averse calme la mer, et que le vent le plus violent produit pendant la pluie des vagues peu sensibles, tandis qu'avec un temps sec, la mer est fortement agitée par des vents beaucoup moins intenses. Une pellicule de glace, formée sur la surface de la mer, arrête aussi le mouvement superficiel des molécules liquides et les empêche de se grouper en vagues considérables.

Scoresby conçoit de cette manière l'influence de l'humidité atmosphérique sur la formation des vagues : il suppose que l'air sec, qui a une grande attraction pour l'eau, frotte sur elle avec bien plus de force que l'air humide, quand il se meut rapidement à la surface de la mer, et qu'il doit conséquemment l'agiter plus profondément. Malgré toute la confiance que la rare sagacité de l'auteur doit inspirer, je doute que cette explication fasse beaucoup de prosélytes. Si, comme on l'annonce, toute pluie un peu abondante a la faculté de calmer la mer, n'aurait-on pas, par exemple, détruit l'explication par sa base, en faisant remarquer que l'hygromètre en

pleine mer est, en général, à un degré peu éloigné de celui qui correspond à la saturation complète, et qu'il tombe quelquefois d'abondantes averses sans que l'humidité des couches inférieures de l'atmosphère en soit sensiblement augmentée? Tous les météorologistes, par exemple, savent qu'à terre il pleut souvent pendant que l'hygromètre à la surface marque une assez grande sécheresse. Quoi qu'il en soit de ces doutes, Scoresby cherche à rattacher aux mêmes idées les effets que produit l'huile et dont on a tant parlé dans le siècle dernier: suivant lui, ce liquide ne met un obstacle à la formation des vagues qu'en empêchant l'air en mouvement d'agir par attraction sur l'eau de la mer.

Il arrive souvent que les ondulations se propagent sur la surface de l'Océan, beaucoup plus loin que le vent qui les a produites. L'auteur rapporte qu'en avril 1815, par exemple, son bâtiment fut atteint sous le 63e parallèle de latitude, par de fortes vagues qui arrivaient simultanément du nord et du sud, quoiqu'à cet instant l'air ne fût que légèrement agité.

## CHAPITRE X

### DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE GLACES

Le chapitre dans lequel Scoresby décrit les glaces de différentes formes et de diverses natures qui encombrent les mers polaires, est un des plus curieux de son ouvrage. Je vais en donner des extraits étendus et parfois une traduction textuelle.

On nomme champ de glace (*field of ice*) une surface continue de glace dont on n'aperçoit point les limites du haut du sommet d'un mât de vaisseau.

Ces champs ne s'élèvent guère que de 1m.20 à 2 mètres au-dessus de la surface de l'eau, et s'enfoncent jusqu'à 6 mètres au-dessous. On en a vu de 160 kilomètres de longueur, et de plus de la moitié de cette distance en largeur.

Toutes les autres masses de glace répandues dans le grand Océan, et connues par différents noms, ne peuvent être mieux représentées qu'en supposant un champ de glace brisé.

En effet, la glace la plus forte et la plus épaisse ne saurait résister aux mouvements des vagues; la glace mince plie et ne se rompt point. Un champ que les courants entraînent vers le sud se brise, par l'effet des vagues, en une grande quantité de pièces, dont bien peu excèdent 70 à 90 mètres en diamètre. Des pièces pareilles, se touchant par leurs bords et réunies sur une telle étendue qu'on n'en observe pas les limites d'un mât de vaisseau, sont nommées par les pêcheurs de baleine un *pack*.

Un pack se nomme *palch* dès qu'on peut lui attribuer une forme circulaire, et *stream* quand cette forme est allongée, pourvu toujours que le contact des pièces soit conservé.

On dit que la glace est ouverte quand la séparation des pièces est assez grande pour permettre à un vaisseau de se mouvoir entre elles. On se sert aussi quelquefois, dans ce cas, du terme *drift ice,* glaces flottantes.

Un *hummock* est une protubérance sur une plaine quelconque de glace ; il est fréquemment produit par la pression qui force une pièce à passer sur sa voisine, et la soulève par son bord ; la congélation la soude ensuite, dans cette position, aux glaces contiguës. C'est à ces hummocks que les glaces polaires doivent leur aspect bizarre et singulier. On les voit surtout en abondance sur le bord des grands packs, mais rarement dans l'intérieur des champs. Ils s'élèvent souvent jusqu'à la hauteur de dix mètres et au delà.

Un *calf* est un morceau de glace submergé de la même manière qu'un hummock est élevé. Ordinairement une grande masse le retient d'un côté, tandis que son autre extrémité s'élève sur la surface de la mer. Scoresby a pourtant vu un calf si profondément enfoncé et si grand, qu'on pouvait passer dessus sans le toucher : ses deux extrémités s'apercevaient des deux côtés du vaisseau. Toutefois, c'est une entreprise téméraire qu'un tel passage ; car un choc peut très-facilement rendre la liberté au calf, qui alors s'élève avec violence à la surface et détruit le vaisseau.

## CHAPITRE XI

### QUALITÉS DE LA GLACE

Les marins distinguent la glace d'eau salée de la glace d'eau douce : la première est blanche, poreuse et opaque, à moins qu'elle ne se trouve en morceaux fort minces ; la lumière qui la traverse est verdâtre ; elle est moins dure

et surnage plus facilement que la glace d'eau douce. Les masses de cette glace, qui ont été exposées sur des hummocks à l'influence du soleil et de l'air, se durcissent et donnent, par la fonte, de l'eau douce.

Au contraire, l'eau qu'on obtient par la fonte des fragments retirés de l'Océan, reste toujours un tant soit peu saumâtre. Quoiqu'il soit très-vraisemblable que cette salure n'est due qu'à de l'eau salée retenue dans les pores de la glace, néanmoins Scoresby n'a jamais réussi, dans divers essais, à obtenir une glace ni dense, ni transparente, ni fraîche avec de l'eau de mer. Il n'y a pourtant point de doute que la gelée ne sépare l'eau et le sel. Un vaisseau, dans un temps froid et dans une mer houleuse, reçoit fréquemment des jets (*sprays*) d'eau salée, et se couvre de glaçons; mais on observe constamment dans leur milieu une portion d'eau qui ne gèle pas. Cette portion est saturée de sel : elle ne pourrait geler; car l'eau salée, d'une pesanteur spécifique de 1.0260, qui contient 36 grammes de sel par litre, c'est-à-dire l'eau telle qu'elle se trouve ordinairement dans les mers du Spitzberg, se congèle à 2 degrés centigrades. L'eau de mer, concentrée par la congélation jusqu'à la pesanteur spécifique de 1.1045, ne gèle plus ensuite qu'à 10°.2, et l'eau saturée de sel marin reste liquide même à une température de 15°.5 centigrades.

Quand la glace d'eau salée nage dans l'Océan à la température du point de la congélation, la partie au-dessus de la surface est à la partie submergée à peu près comme 1 à 4. Dans l'eau douce, à la même température, cette proportion est à peu près comme 10 à 69,

ou presque comme 1 à 7. Il paraît donc que sa pesanteur spécifique est de 0.873.

Tout ce qu'on nomme glace nouvelle ou jeune (*young ice*), et qui compose une très-grande partie des glaces flottantes et des packs, est de cette nature ; ces pièces sont planes, ont rarement au delà de 50 mètres de diamètre, et sont ordinairement couvertes de neige.

La glace d'eau douce se reconnaît facilement en mer par son aspect noirâtre, sa belle couleur verte et une transparence parfaite quand on la retire de l'eau. On en voit quelquefois de larges pièces qui ne le cèdent pas au plus beau cristal, et dont on peut se servir pour concentrer les rayons du Soleil. Scoresby rapporte avoir fréquemment allumé du bois, de la poudre et les pipes de tabac des marins avec un fragment dont la convexité n'était pas même très-régulière.

Les compagnons de Scoresby ne revenaient pas de leur surprise de voir cette masse de glace conserver sa solidité et sa transparence, tandis que les rayons solaires qui en sortaient ne leur permettaient pas même de tenir une seconde leurs mains dans le foyer. Pour construire ces lentilles, Scoresby commençait par tailler la forme avec une hache ; puis il l'égalisait à l'aide d'un couteau, et il polissait la surface par la simple chaleur de l'une de ses mains, ayant l'autre main, qui tenait la glace, enveloppée d'un gant de laine. Il s'est procuré un jour, de cette manière, une lentille d'une glace parfaitement pure, de 0m.40 de diamètre. Malheureusement le Soleil se cacha peu après pour plusieurs jours, et Scoresby ne put faire les expériences qu'il méditait.

La glace la plus dense et la plus transparente est à peu près d'un dixième plus légère que l'eau de mer, à la température de zéro. Plongée dans l'eau pure à cette température, la proportion de la partie émergée à celle qui s'enfonce est comme 1 à 15. Sa pesanteur spécifique est à peu près 0.937.

## CHAPITRE XII

### FORMATION DE LA GLACE DANS LA MER

On s'est souvent imaginé que le voisinage de la terre est absolument indispensable pour que la mer se couvre de glace; mais Scoresby a observé loin des côtes les progrès de la congélation depuis l'apparition des premiers cristaux jusqu'à ce que la glace eût atteint l'épaisseur de 30 centimètres, sans que la terre y influât le moins du monde. Il est vrai pourtant que la vieille glace ayant été enlevée par les courants ou par les vents d'est, la terre avait empêché de nouvelles glaces de prendre leur place. Mais la glace que Scoresby voyait se former se trouvait à plus de vingt lieues du Spitzberg. Il a également vu de la glace se former pendant des vents assez violents sous le 72° degré de latitude, et dans des lieux exposés aux vagues de la mer du Nord et de l'Ouest. Quand les premiers cristaux de glace paraissent, la surface de l'Océan ressemble à celle d'une eau trop froide pour fondre la neige qu'on y aurait jetée, c'est ce que les marins nomment *studge* (saleté) : la mer houleuse en est tout à coup apaisée, comme par l'huile qu'on étend

sur une surface liquide agitée. Le mouvement des vagues toutefois brise les cristaux en petits fragments de 7 centimètres au plus de diamètre. Ces morceaux, tout en augmentant, sont constamment heurtés les uns contre les autres, arrondis et relevés par leurs bords. On les nomme alors des *pancake*. Ils en forment de plus larges jusqu'à ce qu'enfin ils puissent atteindre 30 centimètres d'épaisseur sur plusieurs mètres de circonférence.

Quand la mer n'est pas agitée, les progrès de la congélation sont plus rapides, et la glace s'augmente par la surface inférieure. Si le froid est intense, elle peut atteindre l'épaisseur de 4 à 7 centimètres en vingt-quatre heures, et soutenir le poids d'un homme en moins de quarante-huit : on la nomme alors *bay-ice*. La glace ancienne se divise en glace légère et en glace pesante : la première est la glace dont l'épaisseur est comprise entre 0m.30 et 1 mètre d'épaisseur; l'autre, toute celle dont l'épaisseur surpasse 1 mètre.

Lorsqu'on considère que la mer, qui est entourée de grandes masses de glaces, est toujours calme comme l'eau dans un port, on conçoit que l'effet d'un mois de gelée intense y doit produire d'immenses champs de glace. Quoiqu'on ne puisse nier que beaucoup de glaces ne soient d'abord formées dans les baies et entre les îles du Spitzberg, et entraînées ensuite vers la grande mer par les courants qu'occasionne la fonte des neiges sur les montagnes, on rendrait ainsi difficilement raison de l'immense quantité de glaces qu'on rencontre dans la mer du Nord.

## CHAPITRE XIII

### CHAMPS DE GLACE

Scoresby pense que les champs de glace se forment généralement entre le Spitzberg et le pôle. Une objection néanmoins se présente : c'est la densité et la transparence de la glace des champs, et la douceur de l'eau qui provient de leur fonte ; caractères qui ne conviennent point à la glace d'eau salée, mais bien à celle que nous avons nommée glace d'eau douce. Scoresby regarde, pour la formation de ces champs, l'explication suivante, comme assez vraisemblable.

Il est à peu près certain que les vents doivent séparer les glaces du Nord par les courants irréguliers qu'ils occasionnent ; les ouvertures sont gelées de nouveau en peu de temps ; il s'y forme une couche mince de *bay-ice*. La neige, qui généralement couvre ces masses jusqu'à la hauteur d'un mètre environ, se fond vers la fin de juin et dans le mois de juillet ; mais l'eau qui en provient ne pouvant arriver à la mer, puisque la glace nouvelle s'est soudée à l'ancienne, est retenue d'abord ; elle se congèle ensuite peu de temps après, et augmente ainsi la hauteur du champ de plusieurs centimètres. Ceci répété pendant plusieurs années, conjointement avec l'augmentation de la glace par-dessous, doit être suffisant pour produire les masses les plus étendues, et une glace dense et transparente, comme l'est en général celle des champs.

Les champs paraissent ordinairement vers le mois de

juin, quelquefois aussi plus tôt; les fortes brises du nord et de l'ouest les amènent vers les *greenlandmen*, c'est-à-dire vers les pêcheurs de baleine. Ces vents chassent les masses séparées de glaces qui entourent les champs et les font avancer vers la mer ouverte. Il y a de ces champs dont la surface est si parfaitement plane, sans le moindre hummock, qu'un carrosse aurait pu rouler plus de 40 lieues sur un champ particulièrement remarqué par Scoresby, sans rencontrer le moindre obstacle.

Fréquemment pourtant on observe quelques hummocks dont l'éclat éblouissant est relevé par la réflexion d'une couleur verte extrêmement délicate provenant de l'intérieur des petites excavations.

Un grand nombre de ces champs sont annuellement détruits par le mouvement continuel qui les entraîne vers le sud-ouest, même dans les temps calmes ou malgré les vents contraires. On les a vus souvent avancer de plus de 40 lieues dans cette direction pendant le courant d'un seul mois. Lorsqu'ils ont percé les pièces de glace séparées qui jusque-là les protégeaient, les vagues de la mer ouverte les brisent, les dissolvent ou en forment des glaces flottantes; d'autres champs prennent leur place. C'est sur des champs que les ours blancs font leurs voyages de mer. On a rencontré souvent des ours aussi loin que les vaisseaux ont pénétré, et non-seulement sur des champs continus, mais même encore sur la glace de *pack* rapprochée.

Rien de plus effrayant dans les régions polaires que l'effet des mouvements accidentels des champs de glace. On les voit très-fréquemment tourner avec une vitesse de

plusieurs kilomètres par heure. Une telle masse, quand elle touche un champ en repos, ou mieux encore quand elle est arrêtée par un champ qui est mu dans une direction contraire, produit un choc dont l'effet surpasse tout ce que l'imagination pourrait inventer. Qu'on se représente l'effet que doit produire une masse du poids de dix mille millions de tonnes arrêtée dans sa course ! Le champ le plus faible est entièrement détruit avec un bruit horrible. Des pièces de dimensions énormes sont élevées les unes contre les autres à la hauteur de plus de 10 mètres; d'autres, au contraire, sont submergées.

Le pêcheur de baleines, quoique toujours en danger, doit redoubler de soins s'il veut échapper à une destruction presque certaine quand les circonstances l'obligent de passer entre des champs en mouvement, et surtout si le temps brumeux l'empêche d'en saisir la direction. Scoresby estime que le vaisseau le plus fort pourrait aussi peu résister au contre-choc de deux champs de glace, qu'une feuille de papier arrêter une balle de mousquet dans sa course. Malgré toutes les précautions possibles, un grand nombre de vaisseaux périssent entre ces masses glacées; tantôt ils sont jetés et renversés sur la glace, tantôt leur fond est entièrement enlevé; quelquefois ils sont ensevelis sous des amas de décombres.

## CHAPITRE XIV

### MONTAGNES DE GLACE

On a nommé ordinairement montagnes de glace (*seebergs*) ces masses qui bouchent les vallées dans les terres

circompolaires ; elles présentent communément une surface carrée et perpendiculaire du côté de la mer. Elles s'enfoncent dans les terres jusqu'à des limites qui n'ont pas encore été déterminées. Scoresby a vu celles qu'on nomme les sept montagnes (*seven seebergs*), dans les vallées de la côte nord-ouest du Spitzberg. La couleur verte de la surface luisante de ce mur perpendiculaire, qui a plus de 100 mètres de hauteur, forme un contraste remarquable avec la blancheur des grandes masses de montagnes neigées qui s'élèvent, les unes au-dessus des autres, en perspective infinie.

Il est probable que de très-grandes masses se détachent de ces murs, ou par la pression en avant, ou par la dilatation de l'eau qui se gèle dans des fentes, et qu'on leur doit en partie les montagnes de glace flottantes dans la mer ; mais Scoresby doute qu'elles puissent former ces immenses montagnes qu'on rencontre quelquefois. Comment se ferait-il d'ailleurs qu'on en trouve si peu, et qu'elles soient si petites dans les environs du Spitzberg, tandis qu'elles ont de si grandes dimensions dans la baie de Baffin? La plus grande que Scoresby ait rencontrée dans les mers du Nord avait 900 mètres de circonférence; elle était carrée; sa surface plane sortait d'à peu près 6 mètres au-dessus de la mer. Comme elle était composée d'une glace très-dense, elle devait avoir environ 30 mètres d'épaisseur, et un poids de deux millions de tonnes à peu près.

Dans le détroit de Davis on a vu très-souvent, au contraire, des masses de 3 kilomètres de longueur et de 500 mètres en largeur, dont la surface raboteuse et

échancrée était surmontée de tours qui avaient plus de 30 mètres de haut, pendant que leur surface inférieure devait être enfoncée de 150 mètres au-dessous de la surface de la mer.

Scoresby croit que les montagnes de glace se forment plutôt dans les baies garantics des vents et des courants, qu'entre les montagnes et dans les vallées de la terre. En effet, le Groenland, du côté du détroit de Davis, a sous ce rapport un avantage décidé sur le Spitzberg, surtout dans la côte ouest, la seule accessible, et qui est tellement ouverte aux courants et aux vents, qu'elle se débarrasse entièrement de ses glaces tous les ans. La côte du Spitzberg, selon le rapport et les cartes des Hollandais, est moins sujette à cette influence, et c'est précisément de cette partie que les montagnes de glace dans ces mers paraissent avoir été détachées; car on les trouve communément dans le voisinage du Cherry Island (île des Ours, *Baren insel*), et entre cette île et le cap le plus méridional du Spitzberg, où on suppose que le courant donne du nord-est vers le sud-ouest. La douceur constante de l'eau qu'on retire par la fonte de la glace des montagnes, ne peut être alléguée comme une objection contre leur formation au milieu de l'Océan, puisque nous avons vu que la glace des champs, fort éloignés de la terre, donne également de l'eau douce. Nous pouvons concevoir dès lors que les montagnes ont été formées de la même manière que les champs, par l'accumulation de neiges fondues et gelées de nouveau, qui peut-être ont exigé un grand nombre de siècles pour s'élever à une hauteur si prodigieuse. Ces montagnes d'ailleurs ne pouvaient

s'accroître que là où aucun courant ne les emportait vers le sud.

Les montagnes sont souvent d'un grand secours aux pêcheurs de baleines. Elles sont presque toujours immobiles malgré le vent et les mouvements de la mer; si elles ont fréquemment l'apparence de se mouvoir contre le vent, c'est à cause de la rapidité avec laquelle elles sont dépassées par toute autre espèce de glace. Elles forment donc un point d'appui pour les vaisseaux lorsque les vents sont violents ou contraires, ou quand la stabilité est nécessaire pour les opérations de la pêche; quelquefois encore, si le vaisseau se trouve trop incommodé par les glaces flottantes, on se réfugie sous quelque montagne du côté opposé au vent (*leeward*). Ces glaces sont poussées constamment par le vent dans la même direction, et on peut attendre tranquillement qu'elles soient passées. Il est néanmoins dangereux d'amarrer au-dessus des hautes montagnes; car souvent elles sont si délicatement équilibrées qu'un léger accident les fait tourner; si en se déplaçant elles rencontrent dans le fond un obstacle qui les arrête, elles se fendent et se détachent avec un bruit de tonnerre. Ce qu'elles ont couvert dans leur chute est emporté ensuite par l'énorme lame à laquelle cette même chute a donné naissance.

Toute espèce de glace devient extrêmement fragile quand la température de l'air a dégelé sa surface. On voit des montagnes se fendre dans toute leur hauteur pour avoir été simplement frappées d'un coup de hache par un matelot qui voulait y fixer une ancre. Ce malheureux marin tombe alors dans la fente, tandis que les débris

;lacés qui se précipitent avec grand bruit, et dans des lirections contraires, emportent le bateau et l'équipage, 3s submergent ou les écrasent.

Si la hache ne forme pas de fente, le bruit, dans toute ı longueur de la glace, fait encore assez voir la tenlance de la masse à se séparer; et en effet, elle est souent partagée par des crevasses comme celle des glaciers ans les Alpes.

Les petits lacs qui se forment pendant l'été sur la urface des montagnes, fournissent aux vaisseaux un xcellent moyen de se pourvoir d'eau douce. On place 'extrémité d'une *hose* (cylindre de toile destiné à conduire 'eau) dans un de ces lacs, et on fait aboutir l'autre xtrémité dans les tonneaux sur le vaisseau même, ou lans un bateau au pied de la montagne.

En résumant tout ce que je viens de rapporter, d'après Scoresby, sur les différentes espèces de glace, on reconnaît :

Que la glace légère flottante (*light drift ice*) est le produit annuel des baies du Spitzberg et des espaces compris entre la glace ancienne, et qu'elle provient entièrement de l'eau de la mer;

Que la glace lourde flottante (*heavy drift ice*) tire son origine de champs séparés;

Que quelques-unes des montagnes de glace proviennent des glaciers qui existent dans les vallées de la terre, et sont par conséquent le produit de la neige et de l'eau de pluie;

Qu'une partie beaucoup plus considérable de ces montagnes paraît avoir été formée dans les baies profondes

et abritées de la côte orientale du Spitzberg. Elles seront donc premièrement le produit d'eau de la mer, puis celui de la neige et des pluies. Il est extrêmement probable qu'un continent de montagnes de glace dont le centre est peut-être aussi ancien que le globe lui-même, s'étend fort en avant dans ces régions vers le pôle, et qu'il s'augmente et s'agrandit annuellement;

Que quelques-uns des champs sont formés par la cémentation de grandes pièces; mais qu'une partie bien plus considérable se forme dans ces ouvertures qui sont produites dans les glaces polaires par leur mouvement constant vers le sud;

Que la proximité de la terre n'est nécessaire ni pour l'existence, ni pour la formation, ni enfin pour l'agrandissement des glaces.

## CHAPITRE XV

### SITUATION DES GLACES POLAIRES

Toute la masse de glace qui se trouve entre le Groenland et la partie européenne de la Russie, quoique très-variable pour les détails, conserve néanmoins une limite générale, remarquable par son uniformité.

Cette limite n'était pas tout à fait, avant le XVe siècle, ce qu'elle est maintenant. Alors la partie du Groenland, située entre Stralen-Hœck et le parallèle de l'Islande, était accessible, et même tellement habitée, que pendant 400 années il y eut un commerce assez animé entre l'île et la terre ferme. Tout à coup les glaces du Nord se sont

avancées (tout singulier qu'un tel phénomène puisse paraître), et ont empêché depuis ce temps l'accès de cette côte.

Les limites de ces glaces sont les suivantes d'après Scoresby : depuis le promontoire le plus austral du Groenland, la ligne des glaces s'élève vers le nord-ouest, embrasse l'Islande, et va monter vers l'île Jean Mayen (latitude 71 degrés de longitude, 7° 54′ ouest de Paris). Elle laisse cette île au nord-ouest ; mais souvent aussi elle l'enveloppe, puis tourne un peu vers l'est, et coupe le méridien de Londres entre 71 et 72 degrés. Ayant atteint 6, 8 ou 10 degrés de longitude, elle tourne tout à coup droit vers le nord, et s'élève quelquefois sans interruption jusqu'à 80 degrés de latitude ; quelquefois elle ne monte que de 2 ou 3 degrés, et tourne ensuite vers le sud-est et vers l'île des Ours (*Cherry Island*) ; puis elle se dirige est-sud-est jusqu'à ce qu'elle soit tombée sur la côte de la Nouvelle-Zemble ou de la Sibérie. La baie profonde que la glace forme ainsi au sud-ouest du Spitzberg est le seul endroit par lequel on puisse tenter de s'élever à des latitudes très-boréales. Si quelquefois la glace au fond de cette baie a une consistance assez forte pour empêcher d'avancer vers le Spitzberg, au delà du 74 ou 75ᵉ degré, on dit que la saison est fermée (*close season*) ; dans le cas contraire, que la saison est ouverte (*open season*), surtout quand on peut naviguer librement le long du Spitzberg jusqu'au Hackheyts-Headland. Il existe donc un long canal d'eau entre la terre et la glace, dans une saison ouverte, de 20 à 30 lieues de largeur, et qui s'étend jusqu'au 79ᵉ ou

80$^e$ degré ; ce canal se rétrécit toujours de plus en plus en avançant vers le nord, et ses bords tournent enfin pour se combiner avec la partie nord-ouest du Spitzberg. Dans une saison ouverte, la glace continue recommence au promontoire le plus austral du Spitzberg, va descendre à l'île des Ours (*Cherry Island*), puis poursuit son cours vers l'est jusqu'à la Nouvelle-Zemble. Cette ligne n'est pas uniforme dans toute sa longueur. On y trouve fréquemment des baies, même des bras de mer qui ont depuis quelques mètres jusqu'à plusieurs kilomètres de largeur ; mais la seule apparence constante de cette nature est la baie dirigée vers le Spitzberg, qu'on nomme communément *the Whale fishers Bight*, par laquelle les baleiniers tâchent d'arriver à leurs stations de pêche.

La plus grande quantité de baleines se trouve, en effet, vers le 78$^e$ ou le 79$^e$ degré, quoiqu'on en rencontre depuis le 72$^e$ jusqu'au 81$^e$ degré. Ces animaux singuliers sont timides et fort innocents ; ils se retirent dans les endroits les plus reculés ; mais leur lieu de retraite dépend beaucoup de la nourriture qu'ils croient trouver, de la forme de la glace, et de la poursuite de leurs ennemis. C'est pour cela qu'on les trouve quelquefois rassemblés dans un espace fort limité, tandis que dans d'autres circonstances ils sont dispersés sur une surface immense. Quand, dans une saison fermée, la glace s'étend jusqu'aux côtes du Spitzberg, elle ne forme pourtant près de terre qu'une barrière de 20, de 30 ou de 40 lieues de largeur, et l'eau au delà sert ordinairement de retraite aux baleines. Comme la saison de la pêche est naturel-

lement limitée à trois ou quatre mois, il s'agit de pouvoir passer cette barrière solide aussi tôt que possible. On ne pourrait arriver avant le mois d'avril. Le froid, le manque de jour et la trop grande largeur de la glace l'empêcheraient. On ne pourrait rester plus longtemps que jusque vers la fin de juin ou le commencement de juillet, parce qu'alors les baleines disparaissent, et que les brouillards continuels rendent la navigation très-difficile. Pour franchir cette barrière formidable, on se sert de tous les moyens qui sont au pouvoir des pêcheurs. On entre dans les glaces flottantes à force de voiles; on tâche d'avancer au moyen de cordages; on scie la glace en avant du vaisseau, et s'il est possible de trouver une veine d'eau, on se fait jour jusqu'à elle, parce que souvent elle conduit à la retraite des baleines. Malgré tous les obstacles qu'on a à vaincre pour passer cette barrière, on peut néanmoins être sûr qu'en retournant vers la fin de juin, toute la glace sera séparée de la terre, et que la sortie sera entièrement libre. C'est un phénomène bien singulier et bien remarqnable, de voir ici une mer ouverte jusqu'au 80e degré, tandis que, dans tout autre méridien, on ne peut monter au delà du 74e; peut-être ce phénomène s'explique-t-il encore par le mouvement général de la glace vers le sud-ouest. La terre du Spitzberg doit empêcher, en effet, que la glace soit remplacée, et laisser l'eau à découvert, tandis que, dans le sud même de cette île, les glaces des baies et des mers de l'est prennent la place de celle qui s'avance.

La température qui, dans le mois de mai, s'élève quelquefois au-dessus du point de la congélation, fait un

changement notable dans la situation des glaces. Elle élargit les fentes du bay-ice, y forme des cavités, diminue son épaisseur, ou fait, comme disent les pêcheurs, que cette glace pourrit. Elle se détache alors et obéit à la plus légère impulsion du vent et des courants. La glace plus épaisse résiste, et par conséquent il se forme des vides, de petits golfes, des rivières, qui permettent aux vaisseaux d'y entrer et de s'y mouvoir.

Ce bay-ice, dans cette circonstance, empêche la glace plus épaisse d'exercer une pression trop nuisible sur les vaisseaux; mais, sous tous les autres rapports, elle est extrêmement redoutée. On peut pénétrer avec assez de vitesse parmi des pièces de glace du poids de 50 à 100 tonnes, quoiqu'elles soient très-rapprochées en forme de packs, tandis qu'une surface de bay-ice de peu de centimètres d'épaisseur, rend le vaisseau, quoique poussé par le même vent, tout à fait immobile. Si alors cette glace n'est pas rompue par le poids d'un bateau, il faut se faire un chemin avec des scies; ce qui est une opération bien lente et bien pénible.

## CHAPITRE XVI

### MOUVEMENTS DES GLACES

La glace manifeste toujours une tendance à se séparer en plusieurs blocs, même dans des temps calmes, comme si une force répulsive agissait entre les différentes masses qui la composent. De là vient que quand la glace pesante (*heavy-ice*) est séparée, par le dégel, des pièces de bay-

ice qui en combinaient les parties, ses blocs sont bientôt dispersés, même dans un calme, et les vaisseaux trouvent un libre passage là où peu d'heures auparavant tous les secours de l'art et du vent ne pouvaient les faire avancer.

Quand, au contraire, un vent violent a ramassé les glaces en *streams* et *patches*, et ouvert un libre passage aux vaisseaux, un ou deux jours de calme suffisent pour répandre de nouveau ces glaces d'une telle manière, qu'elles remplissent chaque ouverture et ne permettent plus qu'une navigation extrêmement pénible et tortueuse.

Il se fait certains changements dans les glaces les plus denses qui étonnent même ceux qui sont le plus accoutumés à observer leurs mouvements. Des vaisseaux qui se croyaient immobiles, parce que leur situation par rapport aux glaces qui les entouraient ne changeait point, se sont trouvés avoir fait en peu d'heures une révolution complète sur eux-mêmes. Deux vaisseaux enfermés non loin l'un de l'autre et immobiles en apparence, s'éloignent de plusieurs lieues dans le courant de deux ou trois jours, sans qu'aucun changement dans les glaces puisse être aperçu; c'est ce qui est arrivé entre autres, le 7 mai 1798, au *Dunder* de Londres, commandé par le père de Scoresby, et au *Volunteer* de Whilby.

Nous avons déjà insinué que la masse entière des glaces, toute cohérente et étendue qu'elle puisse être, se meut constamment vers le sud-ouest, excepté tout près de la terre, où le flux de la mer, les vents, la résistance des pointes et des îles doivent y apporter quelques modifications; mais on peut rapporter un grand nombre de

faits pour prouver que ce mouvement a lieu en pleine mer. Quelques-uns suffiront.

Le vaisseau hollandais *la Wilhelmine*, dans l'année 1777, avait amarré contre une montagne de glace le 22 juin, à la station ordinaire de la pêche et en compagnie de toute une flotte de Whalers. Le 25, *la Wilhelmine* se trouva arrêtée (*besed*) et fixée par les glaces. Les matelots travaillèrent pendant huit jours de suite à scier un port dans la montagne, et le vaisseau y fut préservé.

Le 25 juillet, la glace se rompit, et *la Wilhelmine* fut traînée vers l'est par des bateaux, pendant quatre jours et avec des peines infinies. Quatre autres vaisseaux la rejoignirent alors; mais ensuite tous furent enveloppés de nouveau par la glace. Quoique sans mouvement apparent, les équipages aperçurent, quelque temps après, la côte du vieux Groenland, à 75 degrés environ de latitude. Le 15 août, neuf vaisseaux s'y trouvèrent rassemblés. Le 20, après une horrible tempête qui accumula la glace autour d'eux jusqu'à 10 mètres de hauteur, deux des vaisseaux firent naufrage. Quatre autres eurent le même sort peu de jours après. Le 24, on aperçut la côte de l'Islande; on crut alors remarquer quelques mouvements dans la glace, et l'on espérait pouvoir échapper. Ce fut encore une illusion : un autre vaisseau se perdit le 7 septembre, et, le 14 du mois, *la Wilhelmine* elle-même fut écrasée par la chute d'une énorme masse de glace, et si inopinément, que les matelots qui étaient dans leurs lits eurent à peine le temps de se sauver à demi nus sur la glace.

Un seul vaisseau leur restait; il s'y trouvait réuni tout ce qui avait survécu de monde des équipages des cinq autres navires. Dans le commencement d'octobre, on était par 64 degrés de latitude. Le 11 de ce mois, la glace ouvrit le vaisseau et le fit couler. Trois à quatre cents personnes se trouvèrent, par cet horrible accident, exposées sur la glace à toute la rigueur du climat, et presque sans nourriture et sans vêtements. Le 30 octobre, ils se divisèrent; le plus grand nombre tâcha de gagner le continent; le reste se fixa sur un champ de glace qui les emporta jusque vers Hatenhœck, où ils suivirent l'exemple de leurs camarades. A peu près cent quarante eurent le bonheur d'arriver à travers la terre ferme jusqu'aux colonies danoises, du côté de l'ouest; les autres, au nombre de près de deux cents, périrent.

Il est donc évident que ce vaisseau avait été emporté avec la glace dans une direction sud-ouest, depuis la station ordinaire de la pêche, entre 78 et 80 degrés, jusqu'à la latitude de 62 degrés, et qu'en longitude il était passé depuis quelques degrés vers l'est jusqu'à plus de 30 degrés à l'ouest; et l'on doit remarquer que la glace continuait encore, quand on la quitta, d'avancer vers le sud.

Dans l'année 1803, *la Henriette de Whilbey* fut entourée et fixée dans la glace par la latitude de 80°, et la longitude de 3° est de Paris. La glace emporta le bâtiment avec une vitesse de 4 à 6 lieues par jour, jusqu'en vue de la côte du Groenland; là on se trouva dans le plus grand danger d'être écrasé par l'immense pression de la glace. Après être resté ainsi dans une inaction complète

pendant sept semaines, on parvint, par des mesures convenables, mais extrêmement laborieuses, à se faire jour et à s'échapper. Le bâtiment était alors par 73° 1/2 de latitude et 7° ouest de longitude.

## CHAPITRE XVII

### EFFETS DE LA GLACE SUR LES VENTS

La force d'un vent qui passe sur une masse solide, ou sur un champ de glace, est diminuée de beaucoup avant qu'il ait parcouru quelques kilomètres; de manière qu'une tempête peut faire depuis plusieurs heures de très-grands ravages d'un côté d'un champ avant qu'on s'en aperçoive de l'autre côté. Une tempête en pleine mer n'a que la moitié de sa force pour un vaisseau enveloppé des glaces. Il n'est pas même rare de voir que la glace repousse, pour ainsi dire, le vent; quand une tempête donne directement contre la glace, on rencontre parfois un vent tout à fait contraire vers ses bords; or, ces vents peuvent se contre-balancer à un demi-mille de la glace pendant plusieurs heures de suite.

Les vents chauds du sud se refroidissent en arrivant sur les glaces, et laissent tomber une grande partie de leur humidité sous la forme de neige épaisse. Comme la quantité de neige dépend nécessairement de la différence d'humidité des deux airs qui se rencontrent, il est clair que la plus grande partie doit tomber vers les bords de la glace, et que cette quantité doit diminuer à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur. On conçoit donc la raison de

l'absence des nuages, de la clarté du ciel, et de la rareté des tempêtes dans les régions boréales complétement enveloppées de glaces polaires.

## CHAPITRE XVIII

### PHÉNOMÈNE D'OPTIQUE PRODUIT PAR L'APPROCHE D'UN BANC DE GLACE

En approchant d'un *pack*, d'un champ ou de toute autre masse considérable de glace, on aperçoit toujours ce qu'on nomme *ice-blinck* si l'horizon est débarrassé de nuages, et dans quelques cas même, malgré la présence de nuages très-denses. Cet ice-blinck est une bande d'un blanc éblouissant située dans la partie de l'atmosphère qui touche l'horizon. Peut-être ce phénomène n'est-il qu'un effet de mirage? Scoresby en donne l'explication suivante : Les rayons de lumière qui touchent la neige dont la surface de la glace est recouverte, sont réfléchis d'abord vers l'air et ensuite vers l'observateur; mais la lumière qui tombe sur la mer y est absorbée en grande partie, et l'aspect naturel de la portion correspondante de l'atmosphère n'en est pas changé. Dans les cas les plus favorables, cette réflexion peut offrir une belle carte de la glace, quoique celle-ci soit encore de 8 à 12 lieues au delà des limites de la vue directe. L'ice-blinck, non-seulement fait connaître la forme de la glace, mais l'observateur expérimenté devine d'après son aspect si c'est un champ ou un *pack*, et dans ce dernier cas si le pack est ouvert ou solide, comme aussi s'il est composé de *bay* ou

de *heavy-ice*. La glace des champs occasionne le *blinck* le plus brillant ; on y remarque une légère teinte de jaune. Celui des packs est plus blanc ; le *blinck* du *bay-ice* est grisâtre. La terre couverte de neige forme aussi un blinck qui n'est pas très-différent de celui de la glace des champs.

## CHAPITRE XIX

### ACTION DE LA MER SUR LA GLACE

L'action que la mer et la glace exercent l'une sur l'autre a quelque chose de fort surprenant. Quand la glace, suffisamment solide, est arrangée d'une manière particulière, elle résiste aux plus grands mouvements de l'Océan, et peut même si pleinement les détruire, qu'un vaisseau, protégé par elle, n'a rien à craindre de l'effet des vagues. Quelquefois, au contraire, des champs immenses cèdent au moindre mouvement de la mer, et sont brisés en plusieurs milliers de pièces ; si la glace a peu de semaines, elle est détruite avec une vitesse incroyable. La même glace qui a été un obstacle toujours croissant pour les pêcheurs pendant des semaines entières, est quelquefois totalement dispersée en peu d'heures.

Ceci paraît contraire à ce que nous avons dit plus haut sur la formation ou l'augmentation de la glace dans une mer agitée. Mais il faut observer que le roulement ne fait que briser le *bay-ice*, tandis que sa destruction totale est effectuée par le choc des pièces et par l'influence des *wind - lipper* sur ces morceaux. Les marins nomment *wind-lipper* le premier effet d'un vent sur une eau calme.

ľ'est ce qui se remarque au commencement de toute ɜmpête quelque considérable qu'elle doive être. L'huile étruit ces *wind-lipper.* Nous avons vu que la glace ommée *studge*, par un très-grand froid, produit le ıême effet. Ce studge forme des *pancake* si petits et ıourtant si forts, que la vague ne peut pas les diviser; ır, comme les wind-lipper sont détruits par le studge, es pancake ne peuvent être brisés par eux comme les pièces de bay-ice. Si par conséquent il se forme de la glace dans une eau agitée, on remarquera que c'est toujours du studge du côté extérieur de la vague (opposé au vent) et du pancake du côté intérieur, et que les pièces sont d'autant plus grandes qu'elles sont plus éloignées de l'arête de la lame.

## CHAPITRE XX

### TEMPÉRATURE DE L'ATMOSPHÈRE DES MERS POLAIRES

Pendant les mois d'été, la température de l'air dans les mers polaires est peu variable. Si l'atmosphère est couverte de brouillard, le thermomètre dans les vingt-quatre heures, ne change guère que de 1° ou 2° entre midi et minuit; mais au printemps et en hiver, les variations thermométriques journalières s'élèvent souvent à 11, à 14 et même à 18° centigrades. Un fait qui paraît digne de remarque, c'est que ces prompts changements de température coïncident presque toujours avec de ortes variations dans le baromètre.

En discutant avec beaucoup de soin les observations

faites pendant douze voyages successifs dans la mer comprise entre le Groenland et le Spitzberg, Scoresby a trouvé qu'à 78° de latitude nord, et sous le méridien de Londres, les températures moyennes des mois d'avril, mai, juin et juillet sont les suivantes :

| | | | Température moyenne. |
|---|---|---|---|
| Avril....... | par 370 | observations..... | — 9°.9 centigrades. |
| Mai....... | 956 | — | — 5 .3 — |
| Juin........ | 831 | — | — 0 .3 — |
| Juillet...... | 548 | — | + 2 .8 — |

Dans les latitudes élevées, à Stockholm, par exemple, la température moyenne du 27 avril est la température moyenne de l'année. Scoresby suppose qu'il en est de même près du Spitzberg : il réunit 656 observations faites en 242 jours, dans neuf années différentes, à égales distances, avant et après le 27 avril, et il trouve que la température moyenne de ce jour, et conséquemment que celle de l'année, sous le 78° parallèle de latitude est de — 8°.3 centigrades. La formule de Tobie Mayer pour l'expression des températures correspondantes aux diverses latitudes donnerait pour cette température + 1°.1; elle est donc en erreur de 9°.4.

Si l'on admet que les températures des divers mois de l'année sont liées par la même loi à Stockholm (latit. 59° 20') et dans des latitudes plus élevées, on pourra aisément compléter par le calcul la table précédente relativement aux mois durant lesquels les pêcheurs de baleines ne fréquentent pas les mers boréales. Voici ces résultats calculés, tels que les donne Scoresby : ils se rapportent comme les précédents, au 78° degré de latitude.

| | Température moyenne. |
|---|---|
| Janvier.............. | — 18°.3 centigrades. |
| Février.............. | — 17 .3 — |
| Mars............... | — 14 .4 — |
| Août............... | + 1 .6 — |
| Septembre........... | — 2 .3 — |
| Octobre............. | — 7 .6 — |
| Novembre........... | — 12 .3 — |
| Décembre........... | — 16 .0 — |

D'après la formule de Mayer, la température moyenne du pôle nord serait de — 0°.5 centigrades. Scoresby déduit de ses résultats, avec beaucoup plus de probabilité, que cette température est de — 12°.2 centigrades.

Le chapitre de l'ouvrage de Scoresby qui traite des effets du froid et des moyens de s'en garantir a naturellement beaucoup perdu de l'intérêt qu'il pouvait offrir, depuis que le capitaine Parry a publié l'importante relation de son hivernage dans l'île Melville. Nous dirons, toutefois, que Scoresby avait déjà reconnu par l'expérience que la perte de mobilité des boussoles dans les mers polaires ne dépend pas, comme on l'avait supposé, d'une diminution dans l'intensité magnétique de l'aiguille, puisque les oscillations sont également rapides dans la chambre et sur le pont, et qu'elle tient probablement à une augmentation de frottement, ou peut-être à quelque mode d'action du froid, encore inconnu.

Dans les changements brusques de température, le fer à bord des bâtiments baleiniers devient très-cassant. Nos charretiers, comme on sait, prétendent avoir fait la même remarque, et ne manquent point, dans ces circonstances, avant de se mettre en marche, de donner quelques violents coups de maillet sur les essieux de

leurs voitures. On concevra l'utilité de cette pratique si l'on se rappelle que dans les expériences sur la dilatation, de Laplace et Lavoisier, les barres métalliques n'éprouvaient en totalité les changements correspondants aux variations de température, qu'après qu'on avait mis leurs molécules en vibration par quelques petits chocs.

Scoresby ne partage pas l'opinion assez généralement admise, qu'il y a du danger à s'exposer à un grand froid quand on a chaud. Il pense, d'après sa propre expérience, que des transitions brusques sont sans inconvénient, pourvu qu'on ne soit pas en moiteur; il raconte qu'il lui est arrivé souvent dans ses voyages de passer subitement de sa chambre, où la chaleur était ordinairement de + 15° centigrades, au sommet du mât, où l'on éprouvait un froid de — 12° centigrades, sans en être incommodé.

## CHAPITRE XXI

### VARIATIONS BAROMÉTRIQUES DANS LES MERS POLAIRES

La hauteur du baromètre éprouve dans les mers polaires des variations fort considérables.

Les tables qui représentent les observations de Scoresby, nous offrent, pour le mois d'avril, des changements de pression atmosphérique de plus d'un pouce anglais (25 millimètres), dans le court intervalle de douze heures.

Voici, pour divers mois, l'indication des variations moyennes et des variations extrêmes.

| | Variations moyennes. | Variations extrêmes. |
|---|---|---|
| | millimètres. | millimètres. |
| Avril....... | 33.0 | 72.2 en 7 ans. |
| Mai........ | 23.9 | 34.0 en 12 ans. |
| Juin........ | 20.1 | 28.4 en 10 ans. |
| Juillet...... | 18.3 | 28.4 en 6 ans. |

Les variations de pression, dans les mers boréales, sont des indices certains des coups de vent; il arrive à peine une tempête sur vingt qui n'ait pas été annoncée par le baromètre.

## CHAPITRE XXII

### ÉTAT ÉLECTRIQUE DE L'AIR

En 1818, Scoresby avait établi au sommet du principal mât de son bâtiment un conducteur métallique isolé, de 2$^{m}$.4 de longueur, terminé en pointe, et qui communiquait par un fil de cuivre avec une boule du même métal, suspendue sur le pont à un cordonnet de soie. L'électromètre de Bennet à feuilles d'or, placé en contact avec la boule, par des temps clairs, nuageux, pluvieux, et même pendant les aurores boréales, n'indiqua jamais la présence de la plus petite quantité d'électricité. Ces expériences ont été faites dans la zone comprise entre 68° et 75° de latitude nord.

On ne s'étonnera pas, après cela, qu'il n'y ait presque point d'orages proprement dits dans les mers polaires. Scoresby a aperçu des éclairs au nord du 65° parallèle, dans deux circonstances différentes; mais il doute que rien de semblable ait jamais été observé au Spitzberg.

## CHAPITRE XXIII

### AURORES BORÉALES

Notre habile navigateur ne s'étant guère trouvé dans les mers polaires qu'aux époques de l'année où il n'y a pas de nuit, a rarement eu l'occasion d'observer des aurores boréales : il n'en parle que fort succinctement. On voit qu'il est disposé à croire, soit d'après sa propre expérience, soit d'après celle des pilotes des îles Shetland, que ce phénomène a quelque relation avec les changements de temps.

## CHAPITRE XXIV

### DE LA GRÊLE, DE LA NEIGE ET DES BROUILLARDS

Si l'on définit la grêle, des globules transparents de glace engendrés dans l'atmosphère, on peut affirmer qu'il ne tombe jamais de grêle dans les mers du Groenland. Ce fait paraît indiquer que l'électricité, comme Volta l'a supposé, est nécessaire à la production du météore.

Quant à la neige, on peut dire qu'il en tombe neuf jours sur dix, même dans les mois d'avril, mai et juin. Lorsqu'un vent tempéré du sud vient se mêler aux brises du nord, refroidies dans leur passage sur une vaste étendue de glaces, il se dépose souvent une couche de 5 à 7 centimères de neige en une heure. Il arrive aussi quelquefois, si le temps est très-froid, qu'il tombe de la

neige par un ciel en apparence parfaitement serein : elle a alors les formes les plus régulières et les plus élégantes.

Si l'on peut se flatter d'arriver à une explication plausible des parhélies, des parasélènes, etc., ce sera par une étude approfondie des formes variées sous lesquelles la neige cristallise. Les planches que M. Scoresby a publiées dans le second volume de l'ouvrage, d'après ses propres dessins, méritent donc toute l'attention des physiciens.

Le *frost-rime* ou fumée-gelée est un phénomène particulier à ces régions de la terre où le froid est de longue durée : c'est une vapeur dense qui est dans un état complet de congélation. Par des vents violents, elle s'élève jusqu'à la hauteur de 24 à 30 mètres; ordinairement elle rase la surface de la mer. Les parties extrêmement déliées dont le *frost-rime* se compose, s'attachent à tous les corps vers lesquels le vent les pousse, et y forment quelquefois une croûte de plus de 3 centimètres d'épaisseur, hérissée de longues fibres prismatiques ou pyramidales, la pointe dirigée du côté du vent. Ce météore paraît devoir être distingué de la gelée blanche, qui n'est que de la vapeur aqueuse congelée après sa précipitation.

Les épais brouillards dans lesquels les pêcheurs de baleines se trouvent fréquemment enveloppés, et qui rendent leur navigation si périlleuse, n'offrent, dans les mers du Groenland, aucune particularité qui ne s'observe aussi dans les brouillards des régions tempérées.

s'accroître que là où aucun courant ne les emportait vers le sud.

Les montagnes sont souvent d'un grand secours aux pêcheurs de baleines. Elles sont presque toujours immobiles malgré le vent et les mouvements de la mer; si elles ont fréquemment l'apparence de se mouvoir contre le vent, c'est à cause de la rapidité avec laquelle elles sont dépassées par toute autre espèce de glace. Elles forment donc un point d'appui pour les vaisseaux lorsque les vents sont violents ou contraires, ou quand la stabilité est nécessaire pour les opérations de la pêche; quelquefois encore, si le vaisseau se trouve trop incommodé par les glaces flottantes, on se réfugie sous quelque montagne du côté opposé au vent (*leeward*). Ces glaces sont poussées constamment par le vent dans la même direction, et on peut attendre tranquillement qu'elles soient passées. Il est néanmoins dangereux d'amarrer au-dessus des hautes montagnes; car souvent elles sont si délicatement équilibrées qu'un léger accident les fait tourner; si en se déplaçant elles rencontrent dans le fond un obstacle qui les arrête, elles se fendent et se détachent avec un bruit de tonnerre. Ce qu'elles ont couvert dans leur chute est emporté ensuite par l'énorme lame à laquelle cette même chute a donné naissance.

Toute espèce de glace devient extrêmement fragile quand la température de l'air a dégelé sa surface. On voit des montagnes se fendre dans toute leur hauteur pour avoir été simplement frappées d'un coup de hache par un matelot qui voulait y fixer une ancre. Ce malheureux marin tombe alors dans la fente, tandis que les débris

glacés qui se précipitent avec grand bruit, et dans des directions contraires, emportent le bateau et l'équipage, les submergent ou les écrasent.

Si la hache ne forme pas de fente, le bruit, dans toute la longueur de la glace, fait encore assez voir la tendance de la masse à se séparer; et en effet, elle est souvent partagée par des crevasses comme celle des glaciers dans les Alpes.

Les petits lacs qui se forment pendant l'été sur la surface des montagnes, fournissent aux vaisseaux un excellent moyen de se pourvoir d'eau douce. On place l'extrémité d'une *hose* (cylindre de toile destiné à conduire l'eau) dans un de ces lacs, et on fait aboutir l'autre extrémité dans les tonneaux sur le vaisseau même, ou dans un bateau au pied de la montagne.

En résumant tout ce que je viens de rapporter, d'après Scoresby, sur les différentes espèces de glace, on reconnaît :

Que la glace légère flottante (*light drift ice*) est le produit annuel des baies du Spitzberg et des espaces compris entre la glace ancienne, et qu'elle provient entièrement de l'eau de la mer;

Que la glace lourde flottante (*heavy drift ice*) tire son origine de champs séparés;

Que quelques-unes des montagnes de glace proviennent des glaciers qui existent dans les vallées de la terre, et sont par conséquent le produit de la neige et de l'eau de pluie;

Qu'une partie beaucoup plus considérable de ces montagnes paraît avoir été formée dans les baies profondes

et abritées de la côte orientale du Spitzberg. Elles seront donc premièrement le produit d'eau de la mer, puis celui de la neige et des pluies. Il est extrêmement probable qu'un continent de montagnes de glace dont le centre est peut-être aussi ancien que le globe lui-même, s'étend fort en avant dans ces régions vers le pôle, et qu'il s'augmente et s'agrandit annuellement;

Que quelques-uns des champs sont formés par la cémentation de grandes pièces; mais qu'une partie bien plus considérable se forme dans ces ouvertures qui sont produites dans les glaces polaires par leur mouvement constant vers le sud;

Que la proximité de la terre n'est nécessaire ni pour l'existence, ni pour la formation, ni enfin pour l'agrandissement des glaces.

## CHAPITRE XV

### SITUATION DES GLACES POLAIRES

Toute la masse de glace qui se trouve entre le Groenland et la partie européenne de la Russie, quoique très-variable pour les détails, conserve néanmoins une limite générale, remarquable par son uniformité.

Cette limite n'était pas tout à fait, avant le XV[e] siècle, ce qu'elle est maintenant. Alors la partie du Groenland, située entre Stralen-Hœck et le parallèle de l'Islande, était accessible, et même tellement habitée, que pendant 400 années il y eut un commerce assez animé entre l'île et la terre ferme. Tout à coup les glaces du Nord se sont

avancées (tout singulier qu'un tel phénomène puisse paraître), et ont empêché depuis ce temps l'accès de cette côte.

Les limites de ces glaces sont les suivantes d'après Scoresby : depuis le promontoire le plus austral du Groenland, la ligne des glaces s'élève vers le nord-ouest, embrasse l'Islande, et va monter vers l'île Jean Mayen (latitude 71 degrés de longitude, 7° 54′ ouest de Paris). Elle laisse cette île au nord-ouest; mais souvent aussi elle l'enveloppe, puis tourne un peu vers l'est, et coupe le méridien de Londres entre 71 et 72 degrés. Ayant atteint 6, 8 ou 10 degrés de longitude, elle tourne tout à coup droit vers le nord, et s'élève quelquefois sans interruption jusqu'à 80 degrés de latitude; quelquefois elle ne monte que de 2 ou 3 degrés, et tourne ensuite vers le sud-est et vers l'île des Ours (*Cherry Island*) ; puis elle se dirige est-sud-est jusqu'à ce qu'elle soit tombée sur la côte de la Nouvelle-Zemble ou de la Sibérie. La baie profonde que la glace forme ainsi au sud-ouest du Spitzberg est le seul endroit par lequel on puisse tenter de s'élever à des latitudes très-boréales. Si quelquefois la glace au fond de cette baie a une consistance assez forte pour empêcher d'avancer vers le Spitzberg, au delà du 74 ou 75° degré, on dit que la saison est fermée (*close season*) ; dans le cas contraire, que la saison est ouverte (*open season*), surtout quand on peut naviguer librement le long du Spitzberg jusqu'au Hackheyts-Headland. Il existe donc un long canal d'eau entre la terre et la glace, dans une saison ouverte, de 20 à 30 lieues de largeur, et qui s'étend jusqu'au 79° ou

80e degré; ce canal se rétrécit toujours de plus en plus en avançant vers le nord, et ses bords tournent enfin pour se combiner avec la partie nord-ouest du Spitzberg. Dans une saison ouverte, la glace continue recommence au promontoire le plus austral du Spitzberg, va descendre à l'île des Ours (*Cherry Island*), puis poursuit son cours vers l'est jusqu'à la Nouvelle-Zemble. Cette ligne n'est pas uniforme dans toute sa longueur. On y trouve fréquemment des baies, même des bras de mer qui ont depuis quelques mètres jusqu'à plusieurs kilomètres de largeur; mais la seule apparence constante de cette nature est la baie dirigée vers le Spitzberg, qu'on nomme communément *the Whale fishers Bight*, par laquelle les baleiniers tâchent d'arriver à leurs stations de pêche.

La plus grande quantité de baleines se trouve, en effet, vers le 78e ou le 79e degré, quoiqu'on en rencontre depuis le 72e jusqu'au 81e degré. Ces animaux singuliers sont timides et fort innocents; ils se retirent dans les endroits les plus reculés; mais leur lieu de retraite dépend beaucoup de la nourriture qu'ils croient trouver, de la forme de la glace, et de la poursuite de leurs ennemis. C'est pour cela qu'on les trouve quelquefois rassemblés dans un espace fort limité, tandis que dans d'autres circonstances ils sont dispersés sur une surface immense. Quand, dans une saison fermée, la glace s'étend jusqu'aux côtes du Spitzberg, elle ne forme pourtant près de terre qu'une barrière de 20, de 30 ou de 40 lieues de largeur, et l'eau au delà sert ordinairement de retraite aux baleines. Comme la saison de la pêche est naturel-

lement limitée à trois ou quatre mois, il s'agit de pouvoir passer cette barrière solide aussi tôt que possible. On ne pourrait arriver avant le mois d'avril. Le froid, le manque de jour et la trop grande largeur de la glace l'empêcheraient. On ne pourrait rester plus longtemps que jusque vers la fin de juin ou le commencement de juillet, parce qu'alors les baleines disparaissent, et que les brouillards continuels rendent la navigation très-difficile. Pour franchir cette barrière formidable, on se sert de tous les moyens qui sont au pouvoir des pêcheurs. On entre dans les glaces flottantes à force de voiles ; on tâche d'avancer au moyen de cordages ; on scie la glace en avant du vaisseau, et s'il est possible de trouver une veine d'eau, on se fait jour jusqu'à elle, parce que souvent elle conduit à la retraite des baleines. Malgré tous les obstacles qu'on a à vaincre pour passer cette barrière, on peut néanmoins être sûr qu'en retournant vers la fin de juin, toute la glace sera séparée de la terre, et que la sortie sera entièrement libre. C'est un phénomène bien singulier et bien remarqnable, de voir ici une mer ouverte jusqu'au 80° degré, tandis que, dans tout autre méridien, on ne peut monter au delà du 74° ; peut-être ce phénomène s'explique-t-il encore par le mouvement général de la glace vers le sud-ouest. La terre du Spitzberg doit empêcher, en effet, que la glace soit remplacée, et laisser l'eau à découvert, tandis que, dans le sud même de cette île, les glaces des baies et des mers de l'est prennent la place de celle qui s'avance.

La température qui, dans le mois de mai, s'élève quelquefois au-dessus du point de la congélation, fait un

changement notable dans la situation des glaces. Elle élargit les fentes du bay-ice, y forme des cavités, diminue son épaisseur, ou fait, comme disent les pêcheurs, que cette glace pourrit. Elle se détache alors et obéit à la plus légère impulsion du vent et des courants. La glace plus épaisse résiste, et par conséquent il se forme des vides, de petits golfes, des rivières, qui permettent aux vaisseaux d'y entrer et de s'y mouvoir.

Ce bay-ice, dans cette circonstance, empêche la glace plus épaisse d'exercer une pression trop nuisible sur les vaisseaux; mais, sous tous les autres rapports, elle est extrêmement redoutée. On peut pénétrer avec assez de vitesse parmi des pièces de glace du poids de 50 à 100 tonnes, quoiqu'elles soient très-rapprochées en forme de packs, tandis qu'une surface de bay-ice de peu de centimètres d'épaisseur, rend le vaisseau, quoique poussé par le même vent, tout à fait immobile. Si alors cette glace n'est pas rompue par le poids d'un bateau, il faut se faire un chemin avec des scies; ce qui est une opération bien lente et bien pénible.

## CHAPITRE XVI

### MOUVEMENTS DES GLACES

La glace manifeste toujours une tendance à se séparer en plusieurs blocs, même dans des temps calmes, comme si une force répulsive agissait entre les différentes masses qui la composent. De là vient que quand la glace pesante (*heavy-ice*) est séparée, par le dégel, des pièces de bay-

ice qui en combinaient les parties, ses blocs sont bientôt dispersés, même dans un calme, et les vaisseaux trouvent un libre passage là où peu d'heures auparavant tous les secours de l'art et du vent ne pouvaient les faire avancer.

Quand, au contraire, un vent violent a ramassé les glaces en *streams* et *patches*, et ouvert un libre passage aux vaisseaux, un ou deux jours de calme suffisent pour répandre de nouveau ces glaces d'une telle manière, qu'elles remplissent chaque ouverture et ne permettent plus qu'une navigation extrêmement pénible et tortueuse.

Il se fait certains changements dans les glaces les plus denses qui étonnent même ceux qui sont le plus accoutumés à observer leurs mouvements. Des vaisseaux qui se croyaient immobiles, parce que leur situation par rapport aux glaces qui les entouraient ne changeait point, se sont trouvés avoir fait en peu d'heures une révolution complète sur eux-mêmes. Deux vaisseaux enfermés non loin l'un de l'autre et immobiles en apparence, s'éloignent de plusieurs lieues dans le courant de deux ou trois jours, sans qu'aucun changement dans les glaces puisse être aperçu; c'est ce qui est arrivé entre autres, le 7 mai 1798, au *Dunder* de Londres, commandé par le père de Scoresby, et au *Volunteer* de Whilby.

Nous avons déjà insinué que la masse entière des glaces, toute cohérente et étendue qu'elle puisse être, se meut constamment vers le sud-ouest, excepté tout près de la terre, où le flux de la mer, les vents, la résistance des pointes et des îles doivent y apporter quelques modifications; mais on peut rapporter un grand nombre de

faits pour prouver que ce mouvement a lieu en pleine mer. Quelques-uns suffiront.

Le vaisseau hollandais *la Wilhelmine*, dans l'année 1777, avait amarré contre une montagne de glace le 22 juin, à la station ordinaire de la pêche et en compagnie de toute une flotte de Whalers. Le 25, *la Wilhelmine* se trouva arrêtée (*besed*) et fixée par les glaces. Les matelots travaillèrent pendant huit jours de suite à scier un port dans la montagne, et le vaisseau y fut préservé.

Le 25 juillet, la glace se rompit, et *la Wilhelmine* fut traînée vers l'est par des bateaux, pendant quatre jours et avec des peines infinies. Quatre autres vaisseaux la rejoignirent alors; mais ensuite tous furent enveloppés de nouveau par la glace. Quoique sans mouvement apparent, les équipages aperçurent, quelque temps après, la côte du vieux Groenland, à 75 degrés environ de latitude. Le 15 août, neuf vaisseaux s'y trouvèrent rassemblés. Le 20, après une horrible tempête qui accumula la glace autour d'eux jusqu'à 10 mètres de hauteur, deux des vaisseaux firent naufrage. Quatre autres eurent le même sort peu de jours après. Le 24, on aperçut la côte de l'Islande; on crut alors remarquer quelques mouvements dans la glace, et l'on espérait pouvoir échapper. Ce fut encore une illusion : un autre vaisseau se perdit le 7 septembre, et, le 14 du mois, *la Wilhelmine* elle-même fut écrasée par la chute d'une énorme masse de glace, et si inopinément, que les matelots qui étaient dans leurs lits eurent à peine le temps de se sauver à demi nus sur la glace.

Un seul vaisseau leur restait; il s'y trouvait réuni tout ce qui avait survécu de monde des équipages des cinq autres navires. Dans le commencement d'octobre, on était par 64 degrés de latitude. Le 11 de ce mois, la glace ouvrit le vaisseau et le fit couler. Trois à quatre cents personnes se trouvèrent, par cet horrible accident, exposées sur la glace à toute la rigueur du climat, et presque sans nourriture et sans vêtements. Le 30 octobre, ils se divisèrent; le plus grand nombre tâcha de gagner le continent; le reste se fixa sur un champ de glace qui les emporta jusque vers Hatenhœck, où ils suivirent l'exemple de leurs camarades. A peu près cent quarante eurent le bonheur d'arriver à travers la terre ferme jusqu'aux colonies danoises, du côté de l'ouest; les autres, au nombre de près de deux cents, périrent.

Il est donc évident que ce vaisseau avait été emporté avec la glace dans une direction sud-ouest, depuis la station ordinaire de la pêche, entre 78 et 80 degrés, jusqu'à la latitude de 62 degrés, et qu'en longitude il était passé depuis quelques degrés vers l'est jusqu'à plus de 30 degrés à l'ouest; et l'on doit remarquer que la glace continuait encore, quand on la quitta, d'avancer vers le sud.

Dans l'année 1803, *la Henriette de Whilbey* fut entourée et fixée dans la glace par la latitude de 80°, et la longitude de 3° est de Paris. La glace emporta le bâtiment avec une vitesse de 4 à 6 lieues par jour, jusqu'en vue de la côte du Groenland; là on se trouva dans le plus grand danger d'être écrasé par l'immense pression de la glace. Après être resté ainsi dans une inaction complète

pendant sept semaines, on parvint, par des mesures convenables, mais extrêmement laborieuses, à se faire jour et à s'échapper. Le bâtiment était alors par 73° 1/2 de latitude et 7° ouest de longitude.

## CHAPITRE XVII

### EFFETS DE LA GLACE SUR LES VENTS

La force d'un vent qui passe sur une masse solide, ou sur un champ de glace, est diminuée de beaucoup avant qu'il ait parcouru quelques kilomètres; de manière qu'une tempête peut faire depuis plusieurs heures de très-grands ravages d'un côté d'un champ avant qu'on s'en aperçoive de l'autre côté. Une tempête en pleine mer n'a que la moitié de sa force pour un vaisseau enveloppé des glaces. Il n'est pas même rare de voir que la glace repousse, pour ainsi dire, le vent; quand une tempête donne directement contre la glace, on rencontre parfois un vent tout à fait contraire vers ses bords; or, ces vents peuvent se contre-balancer à un demi-mille de la glace pendant plusieurs heures de suite.

Les vents chauds du sud se refroidissent en arrivant sur les glaces, et laissent tomber une grande partie de leur humidité sous la forme de neige épaisse. Comme la quantité de neige dépend nécessairement de la différence d'humidité des deux airs qui se rencontrent, il est clair que la plus grande partie doit tomber vers les bords de la glace, et que cette quantité doit diminuer à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur. On conçoit donc la raison de

l'absence des nuages, de la clarté du ciel, et de la rareté des tempêtes dans les régions boréales complétement enveloppées de glaces polaires.

## CHAPITRE XVIII

### PHÉNOMÈNE D'OPTIQUE PRODUIT PAR L'APPROCHE D'UN BANC DE GLACE

En approchant d'un *pack*, d'un champ ou de toute autre masse considérable de glace, on aperçoit toujours ce qu'on nomme *ice-blinck* si l'horizon est débarrassé de nuages, et dans quelques cas même, malgré la présence de nuages très-denses. Cet ice-blinck est une bande d'un blanc éblouissant située dans la partie de l'atmosphère qui touche l'horizon. Peut-être ce phénomène n'est-il qu'un effet de mirage? Scoresby en donne l'explication suivante : Les rayons de lumière qui touchent la neige dont la surface de la glace est recouverte, sont réfléchis d'abord vers l'air et ensuite vers l'observateur; mais la lumière qui tombe sur la mer y est absorbée en grande partie, et l'aspect naturel de la portion correspondante de l'atmosphère n'en est pas changé. Dans les cas les plus favorables, cette réflexion peut offrir une belle carte de la glace, quoique celle-ci soit encore de 8 à 12 lieues au delà des limites de la vue directe. L'ice-blinck, non-seulement fait connaître la forme de la glace, mais l'observateur expérimenté devine d'après son aspect si c'est un champ ou un *pack*, et dans ce dernier cas si le pack est ouvert ou solide, comme aussi s'il est composé de *bay* ou

de *heavy-ice.* La glace des champs occasionne le *blinck* le plus brillant ; on y remarque une légère teinte de jaune. Celui des packs est plus blanc ; le *blinck* du *bay-ice* est grisâtre. La terre couverte de neige forme aussi un blinck qui n'est pas très-différent de celui de la glace des champs.

## CHAPITRE XIX

### ACTION DE LA MER SUR LA GLACE

L'action que la mer et la glace exercent l'une sur l'autre a quelque chose de fort surprenant. Quand la glace, suffisamment solide, est arrangée d'une manière particulière, elle résiste aux plus grands mouvements de l'Océan, et peut même si pleinement les détruire, qu'un vaisseau, protégé par elle, n'a rien à craindre de l'effet des vagues. Quelquefois, au contraire, des champs immenses cèdent au moindre mouvement de la mer, et sont brisés en plusieurs milliers de pièces ; si la glace a peu de semaines, elle est détruite avec une vitesse incroyable. La même glace qui a été un obstacle toujours croissant pour les pêcheurs pendant des semaines entières, est quelquefois totalement dispersée en peu d'heures.

Ceci paraît contraire à ce que nous avons dit plus haut sur la formation ou l'augmentation de la glace dans une mer agitée. Mais il faut observer que le roulement ne fait que briser le *bay-ice*, tandis que sa destruction totale est effectuée par le choc des pièces et par l'influence des *wind - lipper* sur ces morceaux. Les marins nomment *wind-lipper* le premier effet d'un vent sur une eau calme.

C'est ce qui se remarque au commencement de toute tempête quelque considérable qu'elle doive être. L'huile détruit ces *wind-lipper*. Nous avons vu que la glace nommée *studge*, par un très-grand froid, produit le même effet. Ce studge forme des *pancake* si petits et pourtant si forts, que la vague ne peut pas les diviser; or, comme les wind-lipper sont détruits par le studge, les pancake ne peuvent être brisés par eux comme les pièces de bay-ice. Si par conséquent il se forme de la glace dans une eau agitée, on remarquera que c'est toujours du studge du côté extérieur de la vague (opposé au vent) et du pancake du côté intérieur, et que les pièces sont d'autant plus grandes qu'elles sont plus éloignées de l'arête de la lame.

## CHAPITRE XX

### TEMPÉRATURE DE L'ATMOSPHÈRE DES MERS POLAIRES

Pendant les mois d'été, la température de l'air dans les mers polaires est peu variable. Si l'atmosphère est couverte de brouillard, le thermomètre dans les vingt-quatre heures, ne change guère que de 1° ou 2° entre midi et minuit; mais au printemps et en hiver, les variations thermométriques journalières s'élèvent souvent à 11, à 14 et même à 18° centigrades. Un fait qui paraît digne de remarque, c'est que ces prompts changements de température coïncident presque toujours avec de fortes variations dans le baromètre.

En discutant avec beaucoup de soin les observations

faites pendant douze voyages successifs dans la mer comprise entre le Groenland et le Spitzberg, Scoresby a trouvé qu'à 78° de latitude nord, et sous le méridien de Londres, les températures moyennes des mois d'avril, mai, juin et juillet sont les suivantes :

| | | | Température moyenne. |
|---|---|---|---|
| Avril....... | par 370 | observations..... | — 9°.9 centigrades. |
| Mai....... | 956 | — | — 5 .3 — |
| Juin........ | 831 | — | — 0 .3 — |
| Juillet...... | 548 | — | + 2 .8 — |

Dans les latitudes élevées, à Stockholm, par exemple, la température moyenne du 27 avril est la température moyenne de l'année. Scoresby suppose qu'il en est de même près du Spitzberg : il réunit 656 observations faites en 242 jours, dans neuf années différentes, à égales distances, avant et après le 27 avril, et il trouve que la température moyenne de ce jour, et conséquemment que celle de l'année, sous le 78° parallèle de latitude est de — 8°.3 centigrades. La formule de Tobie Mayer pour l'expression des températures correspondantes aux diverses latitudes donnerait pour cette température + 1°.1; elle est donc en erreur de 9°.4.

Si l'on admet que les températures des divers mois de l'année sont liées par la même loi à Stockholm (latit. 59° 20') et dans des latitudes plus élevées, on pourra aisément compléter par le calcul la table précédente relativement aux mois durant lesquels les pêcheurs de baleines ne fréquentent pas les mers boréales. Voici ces résultats calculés, tels que les donne Scoresby : ils se rapportent comme les précédents, au 78° degré de latitude.

| | Température moyenne. | |
|---|---|---|
| Janvier.............. | — 18°.3 | centigrades. |
| Février.............. | — 17 .3 | — |
| Mars................. | — 14 .4 | — |
| Août................. | + 1 .6 | — |
| Septembre............ | — 2 .3 | — |
| Octobre.............. | — 7 .6 | — |
| Novembre............. | — 12 .3 | — |
| Décembre............. | — 16 .0 | — |

D'après la formule de Mayer, la température moyenne du pôle nord serait de — 0°.5 centigrades. Scoresby déduit de ses résultats, avec beaucoup plus de probabilité, que cette température est de — 12°.2 centigrades.

Le chapitre de l'ouvrage de Scoresby qui traite des effets du froid et des moyens de s'en garantir a naturellement beaucoup perdu de l'intérêt qu'il pouvait offrir, depuis que le capitaine Parry a publié l'importante relation de son hivernage dans l'île Melville. Nous dirons, toutefois, que Scoresby avait déjà reconnu par l'expérience que la perte de mobilité des boussoles dans les mers polaires ne dépend pas, comme on l'avait supposé, d'une diminution dans l'intensité magnétique de l'aiguille, puisque les oscillations sont également rapides dans la chambre et sur le pont, et qu'elle tient probablement à une augmentation de frottement, ou peut-être à quelque mode d'action du froid, encore inconnu.

Dans les changements brusques de température, le fer à bord des bâtiments baleiniers devient très-cassant. Nos charretiers, comme on sait, prétendent avoir fait la même remarque, et ne manquent point, dans ces circonstances, avant de se mettre en marche, de donner quelques violents coups de maillet sur les essieux de

leurs voitures. On concevra l'utilité de cette pratique si l'on se rappelle que dans les expériences sur la dilatation, de Laplace et Lavoisier, les barres métalliques n'éprouvaient en totalité les changements correspondants aux variations de température, qu'après qu'on avait mis leurs molécules en vibration par quelques petits chocs.

Scoresby ne partage pas l'opinion assez généralement admise, qu'il y a du danger à s'exposer à un grand froid quand on a chaud. Il pense, d'après sa propre expérience, que des transitions brusques sont sans inconvénient, pourvu qu'on ne soit pas en moiteur; il raconte qu'il lui est arrivé souvent dans ses voyages de passer subitement de sa chambre, où la chaleur était ordinairement de + 15° centigrades, au sommet du mât, où l'on éprouvait un froid de — 12° centigrades, sans en être incommodé.

## CHAPITRE XXI

### VARIATIONS BAROMÉTRIQUES DANS LES MERS POLAIRES

La hauteur du baromètre éprouve dans les mers polaires des variations fort considérables.

Les tables qui représentent les observations de Scoresby, nous offrent, pour le mois d'avril, des changements de pression atmosphérique de plus d'un pouce anglais (25 millimètres), dans le court intervalle de douze heures.

Voici, pour divers mois, l'indication des variations moyennes et des variations extrêmes.

| | Variations moyennes. | Variations extrêmes. |
|---|---|---|
| | millimètres. | millimètres. |
| Avril....... | 33.0 | 72.2 en 7 ans. |
| Mai........ | 23.9 | 34.0 en 12 ans. |
| Juin........ | 20.1 | 28.4 en 10 ans. |
| Juillet...... | 18.3 | 28.4 en 6 ans. |

Les variations de pression, dans les mers boréales, sont des indices certains des coups de vent ; il arrive à peine une tempête sur vingt qui n'ait pas été annoncée par le baromètre.

## CHAPITRE XXII

### ÉTAT ÉLECTRIQUE DE L'AIR

En 1818, Scoresby avait établi au sommet du principal mât de son bâtiment un conducteur métallique isolé, de 2m.4 de longueur, terminé en pointe, et qui communiquait par un fil de cuivre avec une boule du même métal, suspendue sur le pont à un cordonnet de soie. L'électromètre de Bennet à feuilles d'or, placé en contact avec la boule, par des temps clairs, nuageux, pluvieux, et même pendant les aurores boréales, n'indiqua jamais la présence de la plus petite quantité d'électricité. Ces expériences ont été faites dans la zone comprise entre 68° et 75° de latitude nord.

On ne s'étonnera pas, après cela, qu'il n'y ait presque point d'orages proprement dits dans les mers polaires. Scoresby a aperçu des éclairs au nord du 65e parallèle, dans deux circonstances différentes ; mais il doute que rien de semblable ait jamais été observé au Spitzberg.

## CHAPITRE XXIII

### AURORES BORÉALES

Notre habile navigateur ne s'étant guère trouvé dans les mers polaires qu'aux époques de l'année où il n'y a pas de nuit, a rarement eu l'occasion d'observer des aurores boréales : il n'en parle que fort succinctement. On voit qu'il est disposé à croire, soit d'après sa propre expérience, soit d'après celle des pilotes des îles Shetland, que ce phénomène a quelque relation avec les changements de temps.

## CHAPITRE XXIV

### DE LA GRÊLE, DE LA NEIGE ET DES BROUILLARDS

Si l'on définit la grêle, des globules transparents de glace engendrés dans l'atmosphère, on peut affirmer qu'il ne tombe jamais de grêle dans les mers du Groenland. Ce fait paraît indiquer que l'électricité, comme Volta l'a supposé, est nécessaire à la production du météore.

Quant à la neige, on peut dire qu'il en tombe neuf jours sur dix, même dans les mois d'avril, mai et juin. Lorsqu'un vent tempéré du sud vient se mêler aux brises du nord, refroidies dans leur passage sur une vaste étendue de glaces, il se dépose souvent une couche de 5 à 7 centimères de neige en une heure. Il arrive aussi quelquefois, si le temps est très-froid, qu'il tombe de la

neige par un ciel en apparence parfaitement serein : elle a alors les formes les plus régulières et les plus élégantes.

Si l'on peut se flatter d'arriver à une explication plausible des parhélies, des parasélènes, etc., ce sera par une étude approfondie des formes variées sous lesquelles la neige cristallise. Les planches que M. Scoresby a publiées dans le second volume de l'ouvrage, d'après ses propres dessins, méritent donc toute l'attention des physiciens.

Le *frost-rime* ou fumée-gelée est un phénomène particulier à ces régions de la terre où le froid est de longue durée : c'est une vapeur dense qui est dans un état complet de congélation. Par des vents violents, elle s'élève jusqu'à la hauteur de 24 à 30 mètres; ordinairement elle rase la surface de la mer. Les parties extrêmement déliées dont le *frost-rime* se compose, s'attachent à tous les corps vers lesquels le vent les pousse, et y forment quelquefois une croûte de plus de 3 centimètres d'épaisseur, hérissée de longues fibres prismatiques ou pyramidales, la pointe dirigée du côté du vent. Ce météore paraît devoir être distingué de la gelée blanche, qui n'est que de la vapeur aqueuse congelée après sa précipitation.

Les épais brouillards dans lesquels les pêcheurs de baleines se trouvent fréquemment enveloppés, et qui rendent leur navigation si périlleuse, n'offrent, dans les mers du Groenland, aucune particularité qui ne s'observe aussi dans les brouillards des régions tempérées.

## CHAPITRE XXV

### DES VENTS

Les vents des mers arctiques sont particulièrement remarquables par leur inconstance. Le calme le plus complet n'est quelquefois séparé de la plus violente tempête que par un intervalle de quelques minutes. Ces tempêtes soudaines sont annoncées par un bruit particulier dans les hautes régions de l'air, comme si elles avaient là leur foyer.

On observe des vents locaux dans tous les pays de la terre ; mais nulle part ils ne sont aussi fréquents que dans la zone glaciale. Là, des bâtiments en vue les uns des autres marchent souvent avec de grandes vitesses suivant des directions diamétralement opposées, tandis que dans des points intermédiaires, d'autres navires éprouvent un calme complet.

Une remarque générale qu'ont faite les navigateurs et qui mérite d'être rapportée, c'est qu'au delà du cercle polaire, les vents les plus constants soufflent de la glace vers la mer libre.

Quand l'atmosphère est claire, près du Spitzberg, les contours des montagnes sont si bien définis, les contrastes entre l'ombre et la lumière si frappants, que les navigateurs les plus habitués à juger des distances dans d'autres contrées, se trompent grossièrement, et croient, par exemple, être seulement à quelques encablures de terre lors même qu'ils en sont encore éloignés de plusieurs lieues. Scoresby explique par cette illusion ce

qu'on raconte de Mogens Heison, qui avait été envoyé par Frédéric II, roi de Danemark, à la recherche du Groenland. Ce navigateur, qui jouissait dans son temps d'une grande réputation, arriva en vue de la côte et se croyait près de l'atteindre; mais ayant trouvé que plusieurs heures de marche, par un bon vent, ne lui avaient pas fait franchir un espace qu'il supposait très-petit, il imagina que des pierres d'aimant situées au fond de la mer retenaient son navire, et pour échapper à ce danger imaginaire, il vira de bord et retourna en Danemark sans avoir débarqué.

## CHAPITRE XXVI

### DE LA PÊCHE DE LA BALEINE

J'ai essayé, dans l'extrait qui précède, de faire comprendre toute l'importance qu'ont les parties physique et géographique dans le *Tableau des régions arctiques*. Je regrette que le genre de mes études me force de parcourir rapidement la section de cet ouvrage relative à la zoologie; je me contenterai même, en général, d'indiquer quelques erreurs qui, suivant Scoresby, se sont glissées dans l'histoire de plusieurs des animaux qui peuplent la mer Glaciale.

La baleine, comme on doit bien l'imaginer, est le premier de ces animaux dont s'occupe notre voyageur. Il trouve d'abord que ses dimensions ont été considérablement exagérées. Les naturalistes qui leur donnent maintenant de 24 à 30 mètres de longueur supposent

qu'à une époque où elles étaient moins poursuivies, on en trouvait de 45 à 60 mètres : quelques anciens écrivains ont été jusqu'à soutenir qu'il en existait de 270 mètres.

Sur 322 baleines à la prise desquelles Scoresby avait personnellement contribué à l'époque de la publication de son livre, il ne s'en était trouvé aucune qui eût plus de 18 mètres de long ; et il n'est pas venu à sa connaissance que depuis une trentaine d'années on en ait pêché qui excédassent 19 mètres et demi.

L'auteur cite des ouvrages qui remontent aux années 1557 et 1625, et d'où il paraît résulter que les baleines n'étaient pas alors plus grandes qu'elles ne le sont aujourd'hui.

En prenant de 15 à 19$^{m}$.5 pour les dimensions moyennes, la circonférence dans la partie la plus forte est de 9 à 12 mètres. La bouche, quand elle est ouverte, pourrait contenir la petite chaloupe d'un bâtiment marchand remplie de monde : elle a, en effet, 4$^{m}$.5 à 4$^{m}$.8 de profondeur, 1$^{m}$.8 à 2$^{m}$.1 de largeur et 3$^{m}$.0 à 3$^{m}$.6 de hauteur.

La queue est à la fois un moyen formidable de mouvement et de défense. Elle n'a que 1$^{m}$.5 à 1$^{m}$.8 de longueur, mais sa largeur est trois ou quatre fois plus grande. Quand l'animal frappe l'air avec cette surface d'environ 13 mètres carrés, le bruit semblable à un coup de fouet qui en résulte, s'entend à la distance de 3 à 4 kilomètres.

Lorsque la baleine vient à la surface de la mer pour respirer, elle jette par ses évents non pas de l'eau, comme on le trouve dans la plupart des ouvrages d'his-

toire naturelle, mais un mélange de vapeur et de mucosité, qui, de loin, ressemble à de la fumée. Suivant Scoresby, cette éjection ne s'élève guère qu'à la hauteur de 4 ou 5 mètres : c'est environ le tiers de ce qu'on admet généralement.

La vitesse avec laquelle les baleines nagent a été aussi, à en croire notre auteur, considérablement exagérée par la plupart des voyageurs : suivant lui cette vitesse, dans son maximum, ne surpasse pas 9 milles (3 lieues) à l'heure.

Le sang, chez les cétacés, est plus chaud que dans l'espèce humaine. Le sang d'une baleine franche tuée depuis peu était à + 38°.9 centigrades. Le sang d'un narval, une heure et demie après sa mort, marquait + 36°.1 centigrades.

L'ouïe chez les baleines paraît être très-dure; mais par compensation elles voient, dans l'eau, à de très-grandes distances. La timidité de ces animaux est d'ailleurs telle qu'un oiseau qui vient se reposer sur leur dos leur cause la plus grande frayeur : c'est seulement quand leurs petits sont attaqués qu'ils montrent quelque hardiesse. Scoresby ne croit pas que le narval doive être rangé au nombre des ennemis des baleines; il a vu souvent ces animaux vivre dans la plus parfaite harmonie. Le requin, au contraire, est pour ces cétacés, sinon un adversaire dangereux, du moins fort incommode : on pêche souvent des baleines qui portent sur leurs queues des marques évidentes des attaques du requin.

La mer Glaciale nourrit une autre espèce de baleine

nommée par Linné baleine *physalis*. Elle est plus grande que la baleine franche (elle a quelquefois 42 mètres), plus vive (elle parcourt jusqu'à 4 lieues à l'heure), beaucoup plus difficile à prendre, et donne une bien moindre quantité d'huile. Les pêcheurs ne l'attaquent guère que lorsqu'ils la confondent avec la baleine franche; mais la méprise n'est pas de longue durée, car l'animal harponné se meut avec une prodigieuse vitesse et entraîne bientôt les bateaux hors de la vue des navires auxquels ils appartiennent. La seule ressource est alors de couper la ligne qui attache le harpon.

La baleine franche paraît éviter les baleines physalis. Scoresby pense que dans la première espèce le nombre des mâles surpasse celui des femelles : sur 124 baleines franches qu'il a tuées dans huit voyages successifs, 70 étaient mâles et 54 seulement femelles.

## CHAPITRE XXVII

### SUR L'OURS BLANC

Je renverrai à l'ouvrage de Scoresby pour tous les détails qui sont relatifs à diverses espèces de baleines autres que celles dont nous venons de nous occuper, au narval, au dauphin, au cheval marin, au phoque, et je terminerai l'analyse du premier volume de l'habile navigateur par quelques particularités relatives à l'ours blanc.

Cet animal a généralement 1$^{m}$.2 à 1$^{m}$.5 de hauteur et 2$^{m}$.1 à 2$^{m}$.4 de longueur; ses dents et ses mâchoires ont une telle force qu'on lui a vu rompre, d'un seul coup,

des lances en fer de 12 millimètres de diamètre; il a la vue perçante et l'odorat très-fin. Pour l'attirer, même à la distance d'un tiers de lieue, il suffit de jeter sur les charbons quelque chose d'un peu odorant. Il se plaît également à terre et sur glace. On en trouve souvent en pleine mer, sur des masses flottantes, à plus de soixante-dix lieues de toute terre; il nage à merveille, et peut faire un assez long trajet en parcourant ainsi une lieue à l'heure. Quand un ours nage, il est facile de s'en saisir; mais sur la glace l'entreprise est très-hasardeuse, car l'animal, à moins qu'il ne soit blessé à la tête, au cœur ou à l'épaule, poursuit ses ennemis avec beaucoup de courage et d'acharnement. En 1818, le capitaine Hawkins avait déjà donné deux coups de lance dans la poitrine d'un ours et se disposait à lui en porter un troisième, lorsque l'animal le saisit par la cuisse et le plongea dans la mer la tête en bas. Pendant que l'équipage de la chaloupe s'occupait du capitaine et cherchait à le tirer de l'eau, l'ours s'échappa.

Sur les champs de glace, les matelots gagnent de vitesse les ours qui les poursuivent, en laissant tomber de temps en temps le long de la route quelques parties de leurs vêtements, telles qu'un gilet, une veste, un mouchoir, etc. : l'animal ne dépasse jamais ces objets sans s'être arrêté pour les examiner.

La chair des ours est très-bonne à manger. Scoresby fait remarquer néanmoins que le foie, quoiqu'il n'ait aucun mouvais goût, doit être excepté, et qu'il occasionne des indispositions assez sérieuses : c'est peut-être le seul exemple qu'on puisse citer de propriétés

malfaisantes dans la chair d'un quadrupède. La chair et le foie des chevaux marins (*seals*), qui forment la nourriture habituelle des ours, n'ont elles-mêmes rien de malsain.

## CHAPITRE XXVIII

### RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES DIVERS

Le second volume de l'ouvrage de Scoresby est un traité complet sur la pêche des cétacés. Il est partagé en cinq chapitres.

Le 1er renferme une histoire chronologique de la pêche des baleines.

Le 2e, le tableau comparatif du développement que ce genre de commerce avait pris à diverses époques chez différents peuples. On y voit, par exemple, que les Hollandais, dans l'intervalle compris entre 1665 et 1795, envoyèrent dans la mer Glaciale 18,992 bâtiments pêcheurs, et que le nombre de baleines dont il s'emparèrent se monte à 71,900. Les Anglais, qui maintenant sont presque seuls en possession de la pêche du Nord, y ont employé pendant les quatre années 1814, 1815, 1816 et 1817, 586 vaisseaux; le fruit de ces quatre campagnes a été, indépendamment des phoques, des veaux marins, des narvals et des ours, 5,030 baleines. Les Danois, les Norvégiens, les habitants de Hambourg et de Bremen se livrent encore avec succès à ce genre de spéculation. Quant aux autres peuples de l'Europe, ils ne figurent dans le tableau de M. Scoresby que pour quelques prétentions historiques et de pure vanité:

depuis longues années les pavillons de France et d'Espagne, par exemple, ne flottaient plus en 1820 dans la mer Glaciale.

On peut être curieux de connaître à combien s'élèvent les risques de naufrage dans une pêche qui s'exécute au milieu de tant de dangers. Or, en cent sept années, sur 14,167 navires hollandais qui allèrent dans les mers du Spitzberg, il s'en perdit 561, ou environ 4 sur 100. Les risques étaient moindres à l'entrée de la baie de Baffin : sur 3,161 navires de la même nation qui, dans l'intervalle de soixante années, se livrèrent à la pêche des baleines dans le détroit de Davis, il en périt 62 ou 2 sur 100. Après avoir lu le chapitre où Scoresby décrit en détail toutes les difficultés qui attendent le navigateur au milieu des glaces des mers arctiques, on sera surpris d'apprendre que les pertes annuelles qu'éprouve la flotte anglaise des baleiniers dans ces parages, ne sont pas maintenant de 1 sur 100.

Les chapitres III et IV du second volume forment un excellent manuel pour les spéculateurs qui veulent prendre part à la pêche des baleines. L'auteur y fait connaître en détail les lieux où ces cétacés paraissaient particulièrement se plaire anciennement, et ceux où ils se sont retirés depuis qu'on les poursuit chaque année avec tant de constance et d'activité. Il donne une description complète des bâtiments que nos voisins appellent *Greeland-Ships*, et qui, par le mode de leur construction, sont capables de résister aux énormes pressions que la glace leur fait quelquefois éprouver. Les bateaux sur lesquels une partie de l'équipage s'embarque, les instru-

ments de divers genres qu'on emploie, les opérations qui suivent la capture d'une baleine, etc., etc., sont le sujet d'autant de paragraphes particuliers fort instructifs, mais dont il ne m'est pas possible de donner ici l'extrait.

Les particularités assez légères par lesquelles la pêche de la baleine dans le détroit de Davis se distingue de la pêche dans les mers du Spitzberg et du Groenland ont été réunies dans le 5ᵉ chapitre; le 6ᵉ fait connaître tous les appareils qui servent à l'extraction de l'huile et à la préparation des fanons.

Le 7ᵉ enfin, le dernier du IIᵉ volume, est le journal du voyage à la côte du Spitzberg fait en 1816 par le navire baleinier *l'Esk*, de Whitby, sous le commandement de Scoresby lui-même. Cette relation termine dignement l'ouvrage, et montre que dans un grand danger, la constance, la fermeté et le courage de l'auteur ne sont pas au-dessous de ses talents.

Un appendice de près de cent pages renferme l'extrait des actes du parlement britannique sur la pêche de la baleine, des remarques additionnelles sur les moyens de donner aux navires le plus de force possible, la liste de tous les appareils nécessaires aux bâtiments baleiniers, le texte d'un jugement rendu par les tribunaux anglais sur une contestation qui s'était élevée au sujet de la propriété d'une baleine et de la chaloupe qu'elle traînait à sa suite, entre le capitaine du navire qui s'en empara, et le commandant de celui qui d'abord l'avait harponnée. Viennent ensuite l'indication des divers genres de signaux en usage parmi les pêcheurs, et d'autant plus utiles que les chaloupes sont souvent entraînées à de grandes dis-

ances des navires auxquels elles appartiennent; des expériences destinées à faire connaître la pesanteur spécifique de l'huile de baleine à différentes températures; quelques détails relatifs à la pêche de ces cétacés dans l'hémisphère austral, et enfin, un fort bon Mémoire sur les déviations de l'aiguille aimantée, produites à bord des bâtiments par les canons, les ancres, le lest, et par le fer employé dans la construction.

## CHAPITRE XXIX

### APPENDICE RELATIF A L'EXPÉDITION DE M. DE BLOSSEVILLE SUR LES CÔTES DU GROENLAND

Dans l'année 1832, nos pêches, dans les régions du Nord, acquirent assez de développement pour que l'administration sentît le besoin d'envoyer dans ces parages un navire de l'État dont la mission devait être de prêter secours à nos bâtiments et de maintenir leurs équipages dans les conditions d'une exacte discipline. De jeunes officiers de marine pleins d'ardeur, de zèle, d'instruction, demandèrent à être chargés de cette mission délicate; ils firent entrevoir au ministre de la marine la possibilité de joindre à la mission de protection et de surveillance, qu'il avait en vue, d'importantes recherches scientifiques. J'ai été souvent le promoteur actif d'entreprises de cette nature, et cependant je dois le dire, je m'opposai autant qu'il était en moi au projet de M. de Blosseville et de ses jeunes amis. Les chances fâcheuses d'une expédition préparée à la hâte ne trouvaient pas, à mes yeux, une

compensation suffisante dans la nature des travaux qu'il serait possible de faire au milieu des glaces pendant une campagne d'été.

Quoi qu'il en soit, l'expédition eut lieu. *La Lilloise*, commandée par M. de Blosseville, qui avait pour second M. Hector d'Aunay, partit de Dunkerque le 3 juillet 1833 ; elle arriva le 7 juin dans la baie du North-Fiord, côte est d'Islande ; le 29, elle parcourut 10 lieues de la côte orientale de Groenland, et elle dut revenir en Islande. Les dernières nouvelles qu'on en ait reçues sont du 6 août ; alors M. de Blosseville retournait vers la côte orientale du Groenland pour déterminer avec exactitude la position d'une certaine étendue de la côte qu'il avait découverte, et comprise entre celle qu'avait parcourue par terre le capitaine de la marine danoise, Graah, et les régions dont la géographie est due aux talents éminents du capitaine Scoresby. Depuis le 6 août, on n'a plus entendu parler ni de M. de Blosseville ni de ses compagnons de voyage.

Vers le milieu du printemps de 1834, M. le ministre de la marine s'empressa d'envoyer à la recherche de nos jeunes compatriotes un bâtiment qui s'appelait *la Bordelaise*, commandée par M. Dutaillis ; des circonstances que j'ignore ne permirent point à *la Bordelaise* de s'élever par les latitudes où l'on pouvait espérer de rencontrer M. de Blosseville.

Au mois d'avril 1835, il est parti un second bâtiment, *la Recherche*, commandée par M. Tréhouart. Ce bâtiment était assez grand, assez fortement construit ; il était confié à un officier assez entreprenant pour que l'on fût

certain qu'il pénétrerait dans les mers du Groenland aussi profondément que possible, M. Trehouart dépassa de vingt lieues la latitude des terres découvertes par Graah, et il explora avec soin la banquise de glace sans pouvoir approcher de plus de seize lieues des côtes du Groenland; il ne put recueillir aucune nouvelle de *la Lilloise.*

Je n'attendais pas de la nouvelle expédition des résultats plus satisfaisants, On ne savait pas vers quel point M. de Blosseville se dirigeait lorsqu'il disparut; il n'était guère probable que dans une première expédition on dût retrouver ses traces. On ne pouvait avoir de grandes chances de succès d'obtenir des nouvelles de nos malheureux compatriotes qu'en faisant de nombreuses tentatives dans toute l'étendue de la côte du Groenland oriental. Mais il y avait là une question de budget pour laquelle je crus devoir, en 1835, m'adresser à la Chambre des députés. Je demandai qu'il fût offert une prime, une forte récompense aux capitaines baleiniers, à quelque nation qu'ils appartinssent, qui nous rendraient M. de Blosseville et ses compagnons d'infortune, Je m'exprimai dans les termes suivants :

« Le nombre des bâtiments baleiniers anglais qui fréquentent les mers du Nord est de mille à douze cents. Je sais que, depuis peu, par une sorte de caprice, ils ont abandonné la côte orientale du Groenland, pour se diriger vers le détroit de Davis et vers la baie de Baffin. Il est probable que les expéditions des Ross, des Parry, des Franklin, sont entrées pour quelque chose dans cet abandon des mers orientales; attachez une forte prime

à une action aussi glorieuse, et je ne doute pas que les capitaines baleiniers, gens de cœur et d'entreprise, ne se portent cette année et l'an prochain, au nombre de trois ou quatre cents peut-être, sur la côte du Groenland oriental.

« A l'ouverture de la séance, j'ai pressenti plusieurs de nos honorables collègues sur la proposition que je vous soumets; tous, je me plais à le dire, m'ont encouragé; aucune objection sérieuse ne s'est offerte à leur esprit. Vous conservez encore de l'espoir? me disaient-ils seulement avec inquiétude. Oui, Messieurs, je conserve encore de l'espoir. Le capitaine Ross n'a-t-il pas été entravé trois ans après son naufrage! Si le bâtiment de M. de Blosseville, si *la Lilloise* a été brisée sur la barrière continue de glaces qui borde la côte orientale du Groenland, l'équipage aura pu gagner la côte; je sais bien qu'il aura perdu une partie de ses provisions, mais la terre n'est pas aussi déserte qu'on le croit. Le capitaine Graah a trouvé plus de six cents Esquimaux dans la partie qu'il a relevée, et nous savons par lui et par le capitaine Ross que ce sont de fort bonnes gens. Il n'est donc pas impossible que nos compatriotes aient trouvé un refuge parmi les Esquimaux.

« Eh bien, la mer de glace orientale n'est pas toujours continue; il arrive des débâcles. C'est à la faveur d'une de ces débâcles que le capitaine Scoresby atteignit la côte et détermina sa position par des observations astronomiques. Ce qui est arrivé il y a peu d'années, peut se reproduire encore. En établissant des communications directes avec les Esquimaux de cette côte, peut-être

obtiendrons-nous quelques nouvelles de compatriotes si distingués, si dignes d'intérêt. Je supplie la Chambre de s'associer à mon vœu ; elle aura servi la science ; elle aura fait un acte d'humanité, un acte de patriotisme.

« Il y a un précédent pour une proposition tout à fait analogue à celle que je vous soumets.

« La Société d'histoire naturelle de Paris s'adressa à l'Assemblée nationale, et lui fit remarquer que depuis longtemps on n'avait pas de nouvelles de La Pérouse.

« Cette assemblée, outre les déterminations que tout le monde connaît, rendit un décret par lequel elle promettait une indemnité à la personne qui donnerait des nouvelles certaines de La Pérouse. Ce décret est du 3 février 1791. En voici un passage : « L'Assemblée nationale prend l'engagement d'indemniser, et même de récompenser, suivant l'importance du service, quiconque prêtera secours à ces navigateurs. »

« Le gouvernement de la Restauration obéissait aux stipulations que renferme ce décret spécial, quand il accordait une somme et une pension à M. le capitaine Dillon pour avoir, non pas retrouvé La Pérouse et ses compagnons, mais des fragments de son bâtiment. J'espère que la Chambre ne se montrera pas moins généreuse que l'Assemblée nationale, et que M. le ministre de la marine pourra, dans une publication prochaine, annoncer une forte récompense à ceux, quelle que soit leur patrie, qui nous rendraient Blosseville et ses intéressants compagnons d'infortune.

« L'idée qu'ils ont péri ne doit rien changer, ce me semble, aux dispositions que j'ai le plaisir de voir se

manifester dans la Chambre ; si ce cruel malheur est arrivé, la somme que vous offrirez ne sortira pas des coffres de l'État ; si, au contraire, comme je me plais à l'espérer, on rendait à la France des citoyens si dignes de ses sympathies, qui regretterait une somme de 100,000 fr. par exemple.

« Ne croyez pas, Messieurs, que le naufrage d'un bâtiment dans les mers polaires, soit nécessairement accompagné de la mort de l'équipage. En 1821, huit navires baleiniers furent brisés près du détroit de Davis, et pas un homme ne périt. Le même bonheur, j'embrasse cette idée avec enthousiasme, a pu arriver à nos jeunes compatriotes ; j'espère que nous les reverrons ; qu'ils nous apporteront une abondante moisson de découvertes, car ils étaient des hommes d'élite, des hommes d'un mérite éminent ! »

La demande que j'adressais en ces termes fut écoutée. Une décision du roi Louis-Philippe, en date du 17 juin 1835, porta qu'une somme de 100,000 fr. serait allouée aux navigateurs qui ramèneraient l'état-major ou l'équipage de *la Lilloise*, et qu'une forte récompense serait en tous cas donnée à quiconque procurerait des renseignements positifs sur le sort de nos malheureux compatriotes, ou recueillerait des débris de leur navire. En outre, la corvette *la Recherche* reçut l'ordre de faire une nouvelle expédition ; son commandant, M. Tréhouart, partit de Cherbourg le 25 mars 1836 ; il emmenait avec lui, pour la partie scientifique du voyage, M. Gaimard, chirurgien-major du bâtiment ; M. Lottin, lieutenant de vaisseau, chargé des observations, et un des officiers

de *la Coquille*, où il avait été pendant le voyage autour du monde de ce navire, l'ami et le collaborateur de Blosseville; M. Robert, naturaliste du gouvernement, et deux jeunes amateurs des sciences naturelles, MM. Anglès et Marmier. *La Recherche* revint en France en septembre 1836. Mais tous les efforts ont été vains. On ne put recueillir aucun renseignement sur *la Lilloise*, qui, selon toute probabilité, a été entièrement ensevelie dans les glaces. De nouvelles observations, des collections d'un véritable prix, ont été le seul fruit des efforts, des promesses, des vœux de tous les amis des sciences, de tous ceux qui encouragent le dévouement et applaudissent l'intrépidité des voyageurs qui affrontent les dangers des régions arctiques.

# TABLEAU

## D'UNE PARTIE DE L'ABYSSINIE

---

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

Dans le courant de l'année 1839, M. le maréchal président du conseil et ministre des affaires étrangères décida que deux officiers d'état-major, MM. Galinier et Ferret, seraient envoyés en Abyssinie pour étudier les mœurs, les usages, la religion, les institutions politiques et les ressources de toute nature des habitants de ce pays. Ils devaient aussi, pendant leur difficile mission, favoriser autant que possible le commerce d'échanges qu'un navire français, *l'Ankober*, désirait établir, sur les côtes de la mer Rouge, avec les négociants abyssins.

Animés d'un zèle digne d'éloges, MM. Galinier et Ferret résolurent de faire servir leur voyage au progrès des sciences, et demandèrent à M. le ministre de la guerre les instruments qui, sous le rapport de l'astronomie, de la géographie et de la météorologie, pouvaient les conduire au but. Ces instruments leur furent immédiatement fournis.

Nos compatriotes se hâtèrent à leur retour de communiquer à l'Académie les résultats scientifiques de leur voyage. Une Commission dont je fus le rapporteur fut nominée pour les examiner[1]. Le 28 octobre 1844, je lus mon Rapport que je vais reproduire ici, en y ajoutant le court Rapport que je présentai plus tard à l'Académie à propos du voyage de M. Rochet d'Héricourt.

## CHAPITRE II

### ITINÉRAIRE DU VOYAGE DE MM. GALINIER ET FERRET

Nous commencerons par placer sous les yeux du lecteur le tableau des moyens d'observation dont nos jeunes compatriotes pouvaient disposer.

MM. Galinier et Ferret emportèrent de Paris :

Un cercle à réflexion, de M. Gambey, de $0^m.49$ de diamètre ;

Un horizon artificiel muni de deux niveaux à bulle d'air ;

Un chronomètre de poche de M. Motet ;

Un théodolite de M. Gambey ;

Une lunette astronomique de 60 millimètres d'ouverture, montée sur un pied convenable ;

Deux boussoles dites de Burnier ;

Trois baromètres : un à cuvette et deux à siphon ;

Dix thermomètres.

1. Cette Commission était composée de MM. de Mirbel, Beautemps-Beaupré, Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Élie de Beaumont, Arago, rapporteur.

Avant de quitter le Caire, les voyageurs se munirent d'un udomètre.

MM. Galinier et Ferret s'embarquèrent à Marseille, sur un des paquebots de l'État, le 21 octobre 1839. Arrivés en Égypte, ils ne réussirent pas à trouver un drogman qui parlât à la fois le français et *l'amhara*, dialecte généralement en usage dans l'Abyssinie. Joignant la patience à l'ardeur, les deux voyageurs se décidèrent à séjourner au Caire. En huit mois ils avaient appris l'arabe. Ils purent dès lors espérer de se mettre en relations directes avec beaucoup de négociants abyssins; d'ailleurs les interprètes qui connaissent les deux langues d'Afrique, l'amhara et l'arabe, ne sont pas rares.

Après avoir traversé le désert de Suez, les deux officiers prirent passage sur une barque non pontée, encombrée d'une foule de pèlerins musulmans allant à la Mecque; ils avaient aussi pour compagnons de route MM. Bel et Rouget, qui se rendaient en Abyssinie, à leurs frais, dans le dessein d'y recueillir des objets d'histoire naturelle.

Trente-trois jours après leur départ de Suez, les voyageurs arrivèrent à Djeddah, sur la côte arabique. Ils y restèrent un mois entier; mais ce temps fut loin d'être perdu, car MM. Galinier et Ferret l'employèrent à construire une carte des contrées presque inconnues de l'Hedjaz et de l'Acyr. Cette carte se fonde sur un grand nombre d'itinéraires dus à M. Chédufeau, médecin en chef des troupes égyptiennes chargées de protéger les lieux saints, et à M. le colonel Mari, premier aide de

camp d'Achmet-Pacha. Elle a été déposée aux archives du ministère de la guerre, et ne fait pas partie des documents soumis à l'approbation de l'Académie.

MM. les officiers d'état-major, accompagnés des deux naturalistes, quittèrent Djeddah le 21 octobre. En neuf jours de navigation ils arrivèrent à Massawah, sur la côte orientale d'Afrique. Une modique somme payée au neyb d'Arkiko leur ouvrit cette porte du continent; ils franchirent le désert de Samahr, atteignirent le 23 novembre Dixah, un des premiers villages de l'Abyssinie du côté de la mer Rouge, et se rendirent sans retard à Adouah, capitale du Tigré. Le roi Déjats-Oubié les reçut favorablement et leur permit de visiter ses États.

Depuis le mois de janvier 1841 jusqu'au mois d'octobre de la même année, nos deux compatriotes explorèrent avec assez de sûreté une grande partie du Tigré. Plus tard, le roi de cette province et le chef de Gondœr s'étant engagés dans une lutte terrible, toute l'Abyssinie prit part au conflit; ce ne fut alors qu'à force de courage, de persévérance et toujours les armes à la main, que les opérations purent être continuées. Telle est cependant la période durant laquelle MM. Galinier et Ferret portèrent leurs opérations géographiques dans plusieurs districts du Tigré et du Sémen, inconnus jusqu'alors aux Européens; dans les provinces du Wagnera, de Gondœr, etc.; sur la côte orientale du vaste lac de Dembéa, jusqu'à 12 degrés de latitude nord.

Les deux intrépides géographes étaient de retour à Gondœr le 2 mai 1842. A cette époque, leur premier protecteur, le roi de Tigré, ayant été battu et pris, les pro-

vinces se révoltèrent et des partis armés se portèrent sur les routes pour intercepter les communications. En cet état de choses, il semblait impossible de rien faire d'utile dans le pays et même de rejoindre les côtes de la mer Rouge. Cependant MM. Galinier et Ferret tentèrent audacieusement de retourner à Massawah. Ils ne suivirent pas tous deux la même route, afin de ne point jouer sur un seul coup de dé les fruits d'une laborieuse entreprise. Leurs craintes n'étaient pas dépourvues de motifs sérieux, car celui des deux voyageurs qui prit par Dixah vit ses porteurs arrêtés et pillés près de Tarenta. Heureusement les voleurs ne faisant aucun cas des papiers, les dispersèrent sur leur chemin. On les retrouva tous, après plusieurs jours de recherches, à l'exception de quelques itinéraires et des observations de longitude faites à Gondœr. On perdit aussi, dans cette conjoncture, des herbiers et des bocaux remplis d'insectes.

MM. Galinier et Ferret n'arrivèrent à Massawah que le 20 août 1842. Ils auraient bien désiré s'y reposer de leurs fatigues; mais une chaleur qui, dans les maisons, allait de 48 à 52 degrés centigrades à midi, rendait le séjour de cette ville insupportable. Nos jeunes compatriotes la quittèrent donc immédiatement, et, après cinquante-deux jours de navigation sur la mer Rouge, ils débarquèrent à Cosseïr. De là, nous les voyons traverser le désert pour se rendre à Thèbes; puis, descendre le Nil jusqu'au Caire. Le 22 décembre, MM. Galinier et Ferret s'embarquaient à Alexandrie; le 23 janvier 1843, ils arrivaient en France.

Le voyage dont nous avons à rendre compte avai duré

en tout trois ans et quatre mois. Le séjour en Abyssinie entre dans ce total pour vingt mois.

L'itinéraire que nous venons de tracer, donnerait une idée très-imparfaite des difficultés au milieu desquelles MM. Galinier et Ferret exécutèrent leurs travaux. Nous ajouterons, pour disposer l'Académie à l'indulgence, au cas où sur quelques points l'indulgence deviendrait nécessaire, que dans plusieurs régions de l'Abyssinie le climat épargne rarement les Européens. La relation que nous avons sous les yeux ressemble vraiment à un nécrologe.

A peine entrés à Adouah, MM. Galinier et Ferret durent voler au secours de M. Dilon, voyageur du Jardin des Plantes, qui était malade dans la province de Chiré.

Ils n'arrivèrent que pour l'enterrer, ainsi que quatre de ses domestiques.

Dans le mois d'octobre, une dyssenterie affreuse leur enlevait M. Rouget.

Huit jours plus tard, ils confiaient encore à la terre M. Schœfner, sous-officier d'artillerie, qui s'était rendu en Abyssinie avec M. Lefèvre.

Et, comme si ce n'était pas assez des ravages de la maladie, deux coups de lance presque mortels condamnèrent M. Bel à un repos absolu et de très-longue durée.

## CHAPITRE III

### TRAVAUX RELATIFS A LA CARTE GÉOGRAPHIQUE DU TIGRÉ ET DU SÉMEN.

Le principal fruit de l'expédition de MM. Galinier et Ferret sera la carte d'une portion assez étendue de l'Abyssinie. Réduits, en général, par les circonstances aux méthodes employées dans les reconnaissances militaires, ces deux officiers virent judicieusement que le seul moyen d'éviter les erreurs souvent considérables de ce genre de levé, serait de tout rattacher à des points fixés astronomiquement. Ces points sont les fondements réels de la carte; il importe donc d'examiner, avant toute chose, à quelle précision on a pu atteindre dans la détermination de leurs latitudes et de leurs longitudes.

Nous trouvons dans les manuscrits de l'expédition neuf villes ou villages dont les latitudes reposent sur des observations astronomiques; ce sont :

Adouah, Axoum, Adde-Casti, Intetchaou, Adde-Bahro, Faras-Saber, Add'Igrat, Tchélicot, Gondœr.

L'examen des résultats partiels prouve que les latitudes de ces neuf points ont été déterminées avec toute la précision désirable. Cela ne nous a pas empêchés de chercher des vérifications dans les ouvrages de Bruce, de Salt, et, plus particulièrement encore, dans le voyage de Rüppel. Les latitudes de quatre villes, Axoum, Gondœr, Tchélicot, Add'Igrat, comparées aux résultats de MM. Galinier et Ferret, présentent des différences d'environ une minute. On pourrait donc les attribuer en

grande partie à un défaut d'identité entre les stations choisies par les divers voyageurs, dans des enceintes étendues portant un nom commun. Cette explication ne saurait être admise pour Adouah : la latitude donnée par Salt paraît évidemment trop forte.

Dans les points de l'Abyssinie déterminés astronomiquement en longitude, nous remarquons d'abord Intetchaou.

La longitude d'Intetchaou se fonde sur de nombreuses séries de distances de la Lune au centre de Jupiter, observées à l'aide d'un cercle répétiteur à réflexion de M. Gambey. Ces observations, réparties sur dix jours compris entre le 30 mai et le 3 juillet 1841, donnent définitivement $2^h\,27^m\,31^s$. Le plus fort résultat partiel surpasse la moyenne de $1^m\,25^s$ ; le plus faible est inférieur à cette même moyenne de 59 secondes de temps. Ces nombres, transformés en arcs, deviennent respectivement : 21′ 15″ et 14′ 45″.

Des erreurs de plus d'un tiers de degré autour de la moyenne semblent considérables. Voyons, cependant, à combien s'élèvent les discordances, dans des déterminations analogues obtenues par des observateurs renommés. Il ne serait pas juste de prendre ces termes de comparaison chez des astronomes de profession, ayant disposé d'instruments de grandes dimensions, solidement et commodément établis. Nous les chercherons dans le voyage de d'Entrecasteaux, parmi les longitudes dues à M. de Rossel et à ses collaborateurs. Après avoir cité de pareilles autorités, personne ne nous accusera d'avoir manqué de sévérité dans l'appréciation des travaux de MM. Galinier et Ferret.

A Amboine, nous trouvons, parmi les longitudes déduites de la distance de la Lune au Soleil, un résultat qui diffère de la moyenne de près de 24 minutes de degré.

Au Port du sud de la terre de Van-Diemen, une des longitudes diffère de la moyenne de plus de 24 minutes.

A Tongatabou, nous voyons une longitude qui surpasse la moyenne de plus de 26 minutes.

Ces nombres sont la justification pleine et entière des discordances qui existent dans les séries de longitudes que MM. Galinier et Ferret ont obtenues à l'aide des distances lunaires. Il importe, en toute matière, de ne pas décourager par des exigences excessives les hommes consciencieux. On ne sortirait pas des limites de la vraisemblance, en supposant que de telles exigences ont plus d'une fois conduit des voyageurs inquiets et vaniteux à altérer leurs observations.

MM. Galinier et Ferret mirent à profit l'occultation d'une étoile du Taureau, qui arriva le 27 février 1841, pour déterminer la longitude de Adde-Casti. Les calculs très-délicats de cette observation nous paraissent avoir été faits avec toute l'exactitude requise.

La longitude d'Axoum repose sur l'observation des trois phases de l'éclipse de Lune du 6 février 1841, et sur trois observations d'immersions ou d'émersions du premier satellite de Jupiter.

Les résultats déduits des phases de l'éclipse lunaire s'accordent entre eux tout autant qu'il était permis de l'espérer. Leur moyenne n'est inférieure que de 6 minutes de degré à la longitude fournie par les satellites de Jupiter.

Nous parlerons des longitudes chronométriques rap-ɔrtées à Intetchaou; à Adde-Casti et à Axoum, pour ire seulement qu'elles ont été déterminées avec tous s soins commandés par l'état actuel des sciences géo-:aphiques.

Où est la source mystérieuse du Nil? Cette question, ɘpuis la plus haute antiquité, a beaucoup occupé les ɔyageurs et les géographes. Peut-être suffirait-il de la ɔser nettement, conformément aux strictes règles de la ıgique, pour découvrir qu'elle est complétement réso-ıe; que le Soudan, que l'Abyssinie tout entière, et non ılle ou telle localité circonscrite, doivent être considérés omme la source tant cherchée. Si l'on voulait remonter ısqu'aux lieux où les premières eaux que roule le fleuve gyptien sortent de terre au pied de quelques rochers, es ramifications nombreuses des rivières de l'ancienne Éthiopie mettraient bientôt l'explorateur rigide dans l'embarras. Malgré ce qu'a dit le poëte (Lucain), il a été permis à l'homme de voir le Nil faible et naissant.

Quoi qu'il en puisse être de ces remarques, les travaux de MM. Galinier et Ferret concernant le système général des rivières de l'Abyssinie, conserveront un véritable intérêt.

Une chaîne venant de l'isthme de Suez longe, pour ainsi dire, la mer Rouge, et divise le pays qu'elle traverse en deux régions. L'une de ces régions porte ses eaux au golfe Arabique; l'autre, beaucoup plus vaste, les verse dans le Nil égyptien par un nombre considérable de rivières.

MM. Galinier et Ferret tracent à grands traits, d'après

leurs propres observations, la ligne de partage des deux versants, depuis Suez, où elle n'a que quelques mètres de hauteur, jusqu'aux immenses montagnes de Lasta, par 12 degrés de latitude nord. Ils prolongent ensuite cette ligne de faîte, en s'aidant de renseignements empruntés à d'autres voyageurs, et atteignent ainsi les montagnes Gara-Gorfou, qui séparent le bassin du Nil de celui de l'Aouach.

Le cours des rivières de l'Abyssinie avait été très-imparfaitement tracé. MM. Galinier et Ferret feront subir, à cet égard, des rectifications importantes aux cartes les plus estimées. C'est ainsi, par exemple, que l'Assam, c'est-à-dire la rivière qui baigne la capitale du Tigré, est représenté par nos compatriotes, se dirigeant au sud, tandis que leurs prédécesseurs, M. Rüppel excepté, la faisaient couler vers le nord. Le cours du Mareb, rivière beaucoup plus considérable que l'Assam, n'était guère mieux déterminé; nos voyageurs ont remonté le Mareb jusqu'à sa source, et fixé en longitude et en latitude la position de ce point important. Naguère on ne connaissait que de nom l'Ouarié, le Guébah, l'Aroquoa; MM. Galinier et Ferret peuvent tracer ces divers cours d'eau avec une certaine précision, depuis leur origine jusqu'à la rivière qui les absorbe.

Le Tacazé, un des Nils de l'Abyssinie si l'on nous permet cette expression, a été, comme de raison, l'objet d'une étude très-attentive de la part de MM. Galinier et Ferret. Ils en déterminent le cours, soit d'après leurs propres observations, soit d'après les relations verbales qu'ils ont recueillies; ils prennent la rivière à sa source,

et la conduisent jusqu'à sa rencontre avec le Nil proprement dit, dans le Sennaar.

Tout ce que nous avons rapporté jusqu'ici sur des longitudes, des latitudes, sur des cours d'eau, ne constitue pour la carte d'Abyssinie qu'un nombre très-borné de repères, de points de contrôle. Mais nos voyageurs ont présenté à l'Académie une carte complète et détaillée des provinces du Tigré et du Sémen. Comment ce vaste cadre a-t-il été rempli? La réponse se trouve dans un mémoire manuscrit que la Commission a eu sous les yeux, et où les deux officiers d'état-major développent la série de leurs opérations. Ce mémoire commande la confiance. MM. Galinier et Ferret y exposent les méthodes trigonométriques qu'ils auraient désiré employer; les procédés expéditifs, mais moins exacts, dont ils furent réduits à faire usage; les divers moyens de vérification qu'ils réussirent à se procurer, soit en ordonnant les opérations d'une manière convenable, soit en recourant à des observations antérieures de notre compatriote M. d'Abbadie. Tout, dans ce travail, dénote la plus entière bonne foi; le mémoire explicatif sera le digne complément de la carte gravée.

Le membre de la Commission auquel était plus particulièrement dévolu le soin d'examiner les résultats géographiques de l'expédition d'Abyssinie, a eu dans les mains plusieurs des plans topographiques dessinés sur les lieux. L'étude de ces plans, les explications verbales données par les deux voyageurs, ne lui permettent pas de douter que les formes du terrain n'aient été rendues dans la nouvelle carte avec une grande vérité. La

Commission, néanmoins, s'associe à M. Beautemps-Beaupré dans l'expression d'un regret : elle aurait désiré que des circonstances plus favorables eussent permis à MM. Galinier et Ferret de joindre à leurs croquis quelques vues développées sous forme de panoramas. Ces vues, lorsqu'on y inscrit les distances angulaires de tous les points remarquables, observés au théodolite, et l'orientation exacte d'un de ces points, obtenue astronomiquement ou avec une boussole, préviennent une foule d'erreurs occasionnées par l'ignorance des guides, et ont, en outre, l'avantage inappréciable de pouvoir être consultées utilement dans tous les temps. Qu'on ne s'y trompe pas : cette remarque est beaucoup moins une légère critique du travail de MM. Galinier et Ferret, que la recommandation la plus expresse d'une méthode presque généralement négligée.

La Commission n'entrera dans aucun détail sur l'exécution matérielle de la carte de MM. Galinier et Ferret; elle fera mieux : la carte passera sous les yeux de l'Académie. Chacun pourra ainsi se former une idée exacte des progrès dont les méthodes topographiques sont redevables à notre corps d'état-major.

## CHAPITRE IV

### NIVELLEMENT BAROMÉTRIQUE DES PRINCIPAUX POINTS DU TIGRÉ ET DU SÉMEN

Au nombre des résultats les plus intéressants de l'expédition de MM. Galinier et Ferret, il faut ranger, sans contredit, la détermination barométrique de la hauteur

de diverses montagnes de l'Abyssinie. Cette détermination ne reposant point sur des observations rigoureusement correspondantes, il ne sera pas superflu d'indiquer ici la méthode approximative à laquelle, dominés par les difficultés de leur position, nos deux voyageurs ont dû se borner.

Pendant leur séjour à Arkiko le 10 novembre 1840, MM. Galinier et Ferret déterminèrent la température de l'air et la hauteur du baromètre au niveau de la mer, à onze heures, à midi, à une heure et à deux heures. Cinq jours après, ils observèrent aux mêmes heures de la journée sur le Tarenta. Prenant les résultats du 10 pour ce qu'on aurait trouvé le 15 au bord de la mer, nos voyageurs calculent la hauteur du Tarenta; cette hauteur est de 2,539 mètres.

A quelle erreur est-on exposé, sous le climat d'Abyssinie, par le manque de simultanéité dans les observations? MM. Galinier et Ferret abordent la question de cette manière :

Pendant le voyage d'Arkiko au sommet du Tarenta, on s'est arrêté successivement à Ouéha, à l'entrée de la vallée d'Hammamo et au pied de la montagne. On peut donc décomposer la hauteur totale du sommet en quatre parties distinctes, en quatre échelons déterminables barométriquement à l'aide d'observations, sinon rigoureusement correspondantes, du moins séparées par des intervalles de temps assez petits. La hauteur trouvée ainsi est de 2,547 mètres; c'est seulement 8 mètres de plus que n'avait donné la comparaison directe des observations du Tarenta avec celles du bord de la mer à Arkiko.

Encouragés par cet accord si satisfaisant, nos voyageurs ont suivi la même méthode pendant toute leur opération de nivellement : chaque station s'y trouve invariablement rapportée à celle qu'on avait quittée peu de temps auparavant.

Dans le tableau circonstancié renfermant les altitudes déduites des observations barométriques, nous trouvons divers résultats qui nous semblent devoir intéresser l'Académie :

Ce tableau nous apprend :

| | au-dessus du niveau de la mer. |
|---|---|
| Que Adouah (capitale du Tigré)......... | est à 1,900 mètres. |
| Que Intétchaou (village du district de ce nom)...................................... | est à 2,150 — |
| Que Axoum (la ville aux grandes ruines).. | est à 2,170 — |
| Que Dixah (un des premiers villages de l'Éthiopie en venant de la mer Rouge)...... | est à 2,200 — |
| Que Add'Igrat (capitale de l'Agamé)...... | est à 2,470 — |
| Que Atsbi (grand marché de sel dans l'Agamé)................................. | est à 2,700 — |

Dans le Sémen, nos jeunes compatriotes ont gravi une montagne remarquable située par 13 degrés de latitude nord ; elle s'appelle le Detjem.

Le Detjem a 4,600 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, suivant la détermination barométrique de MM. Galinier et Ferret. Le Detjem n'est donc inférieur que d'environ 200 mètres au Mont-Blanc des Alpes de la Savoie ; il s'élève presque à la hauteur du Mont-Rose, et surpasse de 250 mètres le Finsteraarhorn des Alpes bernoises.

Cédant à de simples aperçus, les voyageurs qui avant

MM. Galinier et Ferret avaient visité le Sémen, s'étaient grossièrement trompés sur la hauteur de ses montagnes. Les missionnaires jésuites affirmaient jadis que les Alpes, à côté des montagnes d'Abyssinie, paraîtraient de simples taupinières; de leur côté, quelques voyageurs modernes classaient le Detjem au-dessous des Pyrénées. Une mesure a fait justice de ces deux appréciations, erronées en sens inverse. Ce ne sera pas là son seul avantage : elle fera disparaître de la science de très-fausses notions sur la hauteur des neiges perpétuelles en Afrique. On peut conclure, en effet, des observations de MM. Galinier et Ferret, qu'il y a constamment des neiges près du sommet du Sémen, tantôt sur le versant méridional, tantôt sur le versant opposé, et cela suivant les saisons. Le sommet de la montagne affleure donc la région de la congélation perpétuelle.

Nous n'irons pas plus loin, quoiqu'il y eût plus d'une considération à signaler sur cet objet important, concernant l'influence des plateaux larges et élevés d'où s'élancent les pics des montagnes d'Abyssinie; concernant le rôle des pluies périodiques et des nuages dont le ciel est couvert à certaines époques de l'année. Laissons le plaisir et l'avantage de discuter les observations, à ceux qui les ont faites au prix de tant de fatigues et de dangers.

Nos deux géographes ont vu de loin seulement, les montagnes de la province abyssinienne du Lasta. Ils les croient plus élevées que celles du Sémen. On doit désirer qu'une région aussi curieuse soit prochainement explorée par des voyageurs européens instruits, et pourvus de moyens d'observation convenables.

# CHAPITRE V

## MÉTÉOROLOGIE

La météorologie se sera enrichie, par le voyage de MM. Galinier et Ferret, d'une série très-développée d'observations barométriques et thermométriques, faites à Adouah, à Axoum et à Intetchaou, depuis le 2 décembre 1840 jusqu'au 9 août 1841 ; de la mesure de la quantité de pluie tombée dans le Tigré en 1841, à 2,150 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer ; de quelques observations isolées faites à Suez, à Djeddah et à Massouah, sur les bords de la mer Rouge.

Les observations de la variation diurnè du baromètre, faites sûr les plateaux d'Adouah, d'Axoum, d'Intetchaou, confirmeront, autant qn'on peut le déduire d'un premier aperçu, l'interprétation physique qu'un de nous a donnée de l'absence de variation diurne au Saint-Bernard. Les 78 centimètres d'eau recueillis à Intetchaou, d'avril à septembre, expliqueront comment le Tacazé qui, dans certaines saisons n'a pas une profondeur de 1 mètre, s'élève à d'autres époques jusqu'à 5 ou 6 mètres au-dessus de son niveau ordinaire. La lecture attentive du registre météorologique montrera que la saison des pluies périodiques pourrait, à aussi juste titre, être appelée la saison des orages.

Le météorologiste veut-il, en compulsant les registres de l'expédition, reconnaître si le changement diurne de la température a de l'influence sur le grand phénomène des pluies? L'extrême régularité de ce phénomène le

frappe : dans le mois de juillet il voit le soleil tous les matins; vers midi le ciel se couvre, pendant que les vents d'est ou de sud-est commencent à souffler; vers deux heures le tonnerre gronde, le vent augmente de force et la pluie tombe par torrents; avant le coucher du soleil, le ciel s'éclaircit et les nuits sont souvent très-belles. Pendant le mois d'août, cette régularité est déjà troublée : il pleut alors à toute heure et quelquefois toute la journée; les pluies cessent à la fin de septembre.

Veut-on savoir si en dehors de la latitude géographique des lieux, les montagnes d'une part, et le sol plus ou moins sablonneux de l'autre, exercent un rôle actif ou passif sur la production des pluies périodiques? Le passage suivant, emprunté aux registres de MM. Galinier et Ferret, tranchera la question :

« Pendant que les pluies périodiques tombent avec violence en Abyssinie, un soleil brûlant darde librement ses rayons perpendiculaires sur le Dankali, situé de l'autre côté de la ligne de faîte, entre la première chaîne de montagnes abyssiniennes et la mer Rouge, et lui communique une température insupportable. C'est seulement lorsque le haut pays est suffisamment arrosé et rafraîchi, que quelques rares nuages vont s'épancher sur une contrée qui semble maudite, et remplir des citernes creusées au milieu des rochers, seule ressource des populations nomades, pendant la longue saison de la sécheresse. »

Le royaume d'Adel n'a pas non plus de véritables pluies périodiques. Sous ce rapport, son climat ne contraste pas moins avec celui des hautes régions de l'Abyssinie, que le climat de Dankali.

La température d'Intetchaou, obtenue par les deux voyageurs à l'aide d'un thermomètre enfoncé dans la terre, sera un nouvel avertissement, touchant les erreurs auxquelles s'exposent les physiciens quand ils essaient de déterminer, à l'aide d'observations faites sur des plateaux, la loi de décroissement de la chaleur pour l'atmosphère libre.

Les observations barométriques de Djeddah, contrôlées sur un instrument comparé, serviront, malgré leur petit nombre, à décider dans quelle catégorie de régions terrestres les rives de la mer Rouge doivent être rangées sous le point de vue de la pression atmosphérique.

Nous avions espéré un moment que les hauteurs barométriques de Suez pourraient servir à confirmer les idées reçues, concernant une différence de niveau entre la mer Rouge et la Méditerranée. Mais cette différence est trop petite pour ne pas exiger des observations rigoureusement correspondantes.

Les physiciens, les chimistes et les géologues sauront gré à MM. Galinier et Ferret d'avoir profité de leur voyage à Thor, pour déterminer exactement la température de la source chaude de Gebel-Pharaon. Cette température était de + 68 degrés centigrades. Au milieu des vapeurs qui remplissaient la grotte, le thermomètre marquait + 43 degrés.

Nous avons signalé avec une satisfaction réelle toutes les observations relatives à la géographie, à la physique du globe, à la météorologie, dont le monde savant sera redevable à MM. Galinier et Ferret. Plus ces jeunes officiers ont montré de courage, de zèle, d'habileté, et plus

ous avons regretté de trouver dans leurs travaux une nmense et déplorable lacune : l'expédition d'Abyssinie e fournira pas une seule donnée au magnétisme terestre! Cependant, nulle part des observations de l'incliaison de l'aiguille n'auraient été plus utiles pour compléter le tracé de l'équateur magnétique, pour substituer es déterminations directes aux résultats de simples iterpolations; cependant, des observations d'intensité t de variations diurnes, par de très-grandes hauteurs u-dessus du niveau de la mer, par de petites latitudes iagnétiques, auraient eu un immense intérêt. Mais, dans programme du voyage, cette branche aujourd'hui si nportante de la physique terrestre fut totalement ouliée : nos deux jeunes voyageurs ne reçurent en partant, i boussole de variations, ni boussole d'inclinaison! Puisse cette expression non déguisée des regrets de la Commission, prévenir le retour d'une faute qui sera si préjudiciable aux sciences!

## CHAPITRE VI

### GÉOLOGIE

La partie géologique du grand travail que MM. les capitaines Galinier et Ferret ont soumise au jugement de l'Académie, se compose d'une carte du Tigré et du Sémen, coloriée géologiquement; de neuf coupes de errains, également coloriées, et d'un Mémoire intitulé : *Description géologique du Tigré et du Sémen.*

Pour rédiger cette description d'une partie importante

de l'Abyssinie ; pour dresser la carte ainsi que les coupes géologiques qui l'accompagnent, MM. Galiuier et Ferret ont recueilli sur les lieux un grand nombre d'échantillons, actuellement déposés au Jardin des Plantes ; relevé des coupes et formé une collection de Notes. Après le retour en France des deux voyageurs, M. H. Rivière a bien voulu s'associer à eux pour tout coordonner suivant les lumières actuelles de la science.

Ce travail, qui possède à un si haut degré le mérite de la nouveauté, présente également celui de la méthode et de la clarté. Nous pensons qu'il sera lu par les géologues avec un véritable intérêt, comme donnant, dans un cadre resserré, des idées précises sur une contrée dont la constitution géologique était totalement inconnue avant le voyage de MM. Galinier et Ferret.

La constitution géologique de l'Abyssinie est très-variée. Il résulte, en effet, des observations de nos deux compatriotes, élaborées avec soin et intelligence par M. Rivière, que le Tigré et le Sémen présentent des roches appartenant aux termes les plus divers de la série géologique. Ainsi, MM. Galinier et Ferret ont trouvé, dans le pays des Chohos, dans le Tigré, etc., 1° les terrains appelés *primaires*, représentés par des granites, des gneiss, des micaschistes, des protogènes et des talcschistes ; 2° les terrains dits de *transition*, représentés par des phyllades, des grauwackes, des grès, des calcaires, etc. A la limite du Tigré et du pays des Taltals, nos deux voyageurs ont observé des terrains secondaires qui paraissent devoir être rapportés au trias et au terrain jurassique. Enfin, les périodes tertiaires et modernes sont

représentées sur les bords de la mer Rouge, dans le Tigré, dans le Sémen, dans le Chiré, etc., par des dépôts sédimentaires variés et par de grands massifs de roches éruptives trachytiques et basaltiques, indépendamment des terrains en grandes masses qui forment la charpente du pays. MM. Galinier et Ferret citent encore un nombre considérable de volcans éteints, de sources thermales, de mines de fer, de sel gemme (dont les Abyssins, par parenthèse, font une monnaie), de combustibles fossiles, etc. Leur attention s'est également portée sur les différents systèmes de soulèvements qui ont affecté le sol. En un mot, le travail que nous avons été chargés d'examiner, considère la constitution géologique de l'Abyssinie sous tous les points de vue. Cependant il est très-succinct, eu égard à l'étendue du pays et à la variété d'objets qu'on y trouve. C'est que les auteurs se sont interdit, avec raison, les développements qui les auraient exposés à sortir du cadre tracé par des faits exactement observés. Cette réserve est, à nos yeux, un mérite de plus. Pour analyser avec plus d'étendue la carte géologique de l'Abyssinie, il nous faudrait entrer dans des détails orographiques et topographiques qui nous entraîneraient trop loin.

Il est bien désirable que MM. les deux capitaines d'état-major Galinier et Ferret puissent faire convenablement graver leur intéressante carte géologique du Tigré et du Sémen, et que M. Rivière trouve aussi dans cette publication la récompense des soins qu'il a pris pour mener à bonne fin un si important travail.

# CHAPITRE VII

## ORNITHOLOGIE

Nos deux compatriotes ne pouvaient guère espérer de faire des découvertes réelles en ornithologie, dans un pays qui, avant eux, avait été visité par M. Rüppel, un des plus célèbres zoologistes de l'Allemagne. On doit néanmoins féliciter MM. Galinier et Ferret, du soin qu'ils ont pris de recueillir un grand nombre d'oiseaux et de les apporter en bon état. La collection a été remise à MM. Guérin-Méneville et de Lafresnaye, qui en ont dressé le catalogue. Le travail de ces deux naturalistes, fait avec beaucoup de soin et d'exactitude, est purement relatif à la distinction et à la synonymie des divers oiseaux confiés à leur examen. Quelques espèces y sont seulement mentionnées. Il en est d'autres que les auteurs du catalogue caractérisent, soit par une phrase latine, soit avec plus de détail. On remarque dans le nombre des oiseaux, des espèces qui avaient échappé à l'explorateur habile et zélé de l'Abyssinie, et quelques notions qu'on ne trouve pas non plus dans les écrits de M. Rüppel. Plusieurs planches ont été mises sous les yeux de la commission : elles sont d'une belle exécution.

Nous espérons qu'au moment de publier cette partie des travaux de l'expédition, MM. Galinier et Ferret n'oublieront pas de l'enrichir des faits qu'ils ont dû recueillir concernant les habitudes et les mœurs des oiseaux dont se compose leur collection. Rien ne pourrait suppléer à

ces détails, rien ne saurait remplacer les notes écrites sur les lieux par nos deux voyageurs.

## CHAPITRE VIII

### ENTOMOLOGIE

MM. Galinier et Ferret ont également porté leur attention sur tout ce qui pouvait contribuer aux progrès des diverses branches des connaissances humaines. La collection d'insectes d'Abyssinie que la commission a eue sous les yeux est fort remarquable. Elle a d'ailleurs été déjà l'objet d'un examen approfondi de la part de MM. Marchal, Reich et Spinola. M. Marchal a donné tous ses soins à la description des orthoptères et des lépidoptères. M. Reich s'est chargé des coléoptères; et, avec la coopération de M. le marquis de Spinola, des hémiptères et des hyménoptères. Ce travail a fait reconnaître cent quarante espèces tout à fait nouvelles. La description de chacune d'elles est méthodique et complète, en latin et en français. Les genres auxquels ces espèces sont rapportées ne diffèrent pas, si ce n'est dans de rares exceptions, de ceux qu'adoptent les entomologistes les plus renommés et les plus modernes. Les figures, bien dessinées et exactement coloriées, formeront un atlas que les naturalistes consulteront avec intérêt et profit.

Ici encore nous aurions à signaler l'absence presque complète d'observations sur les mœurs et les habitudes des insectes d'Abyssinie, si nous n'étions convaincus que MM. Galinier et Ferret possèdent, dans leurs notes ma-

nuscrites, les moyens de combler la lacune. Nous avons un garant certain de l'attention que nos deux voyageurs auront donnée à cette partie si intéressante de l'histoire naturelle : nous voulons parler des démarches actives qu'ils firent auprès des Abyssins de toutes les classes, dans la vue de tracer une histoire exacte de la fameuse mouche de Bruce; de cet insecte, probablement fabuleux, dont le voyageur écossais parlait en ces termes : « Il faut l'avouer, les monstres énormes des forêts, l'éléphant, le rhinocéros qui habitent l'Abyssinie, sont bien moins redoutables que la mouche. La vue de cet insecte, que dis-je? son bourdonnement, répand plus de terreur et de désordre parmi les hommes et les animaux, que ne le feraient toutes les bêtes féroces de ces contrées, fussent-elles deux fois plus nombreuses qu'elles ne le sont aujourd'hui. »

## CHAPITRE IX.

### BOTANIQUE

Pour apprécier le tribut que l'expédition de MM. Galinier et Ferret apportera à la botanique, la Commission n'a eu sous les yeux qu'une note des deux voyageurs et quelques remarques de M. Raffeneau-Delile.

On voit dans la note, que le nombre des plantes récoltées s'élevait primitivement à 600; mais, qu'après une fâcheuse rencontre sur le Tarenta et le pillage qui s'ensuivit, la collection fut réduite à 250 espèces, parmi lesquelles le savant professeur de Montpellier estime qu'on en trouvera 60 entièrement nouvelles.

MM. Galinier et Ferret portèrent une attention particulière sur les plantes dont les habitants du Tigré et du Sémen tirent un parti avantageux.

Ces plantes, en les désignant par les noms qu'on leur donne dans le pays, sont :

1° Le *Gotho*, nouvelle espèce de sycomore, que MM. Galinier et Ferret ont désignée sous le nom de *Ficus panificus*, parce que l'écorce réduite en poudre sert à faire du pain.

2° Une espèce nouvelle de caféier, dont le fruit est très-bon, très-estimé même des Arabes. Ce café est, en Abyssinie, l'objet d'un grand commerce; ses habitants le vendent dans les différents ports de la côte occidentale de la mer Rouge, d'où il est transporté en Arabie, et vendu ensuite dans le monde entier sous le nom magique de café de Moka.

3° L'*Endot*, arbuste saponifère, haut de 1m.3 à 1m.6. Les fruits de l'endot, desséchés au soleil et réduits en poudre dans un mortier en bois, forment dans l'eau une pâte employée à laver le linge. Cette pâte produit une écume semblable à celle du savon d'Europe; elle blanchit très-bien les étoffes sans endommager les couleurs. Cet arbuste croîtrait très-bien dans l'Algérie.

4° Un arbuste dont les branches sont mises en infusion dans un mélange d'eau et de miel. Le tout, exposé ensuite pendant deux jours à la chaleur du feu ou du soleil, donne un hydromel extrêmement agréable à boire.

5° Le *Belbelta*. Ses graines, pilées et bouillies dans l'eau, constituent un remède très-énergique contre le ver solitaire, dont les Abyssins, hommes, femmes et enfants,

sont presque tous affligés. Ils emploient la graine du belbelta avec autant de succès que le Cosso, dont MM. Galinier et Ferret ont rapporté aussi plusieurs échantillons.

6° Le *Tombough*. Son écorce, réduite en poudre, sert également contre le ver solitaire.

7° L'*Oungoullé*. Le fruit de l'oungoullé, réduit en poudre et dissous dans l'urine de vache, sert à enlever le poil des peaux de bœuf.

8° Une espèce de plante dont le bulbe se mange comme un fruit et est très-estimée des Abyssins.

9° Le *Karos*. L'écorce et les feuilles du karos, mêlées à l'écorce et aux feuilles d'un arbrisseau appelé dans le pays *Anba-anbo*, servent à teindre les cuirs d'un très-beau rouge.

10° Un petit arbrisseau appelé *Tchaad*, différent de celui de l'Yémen. Les feuilles du tchaad remplacent assez bien le thé et produisent une excitation très-grande.

11° Une nouvelle espèce d'indigo que MM. Galinier et Ferret ont trouvée dans le pays des Chohos, et qui paraît être très-riche en couleur.

12° Enfin, plusieurs échantillons d'arbres inconnus dans nos contrées, dont le port est majestueux, le tronc fort gros et le bois très-dur. L'*Ayé*, par exemple, nécessite pour être travaillé les instruments les mieux trempés. On pourrait l'employer très-avantageusement à faire les dents des roues d'engrenage.

M. Raffeneau-Delile s'est attaché à nommer exactement toutes les plantes de l'herbier de MM. Galinier et Ferret. Ce travail tire à sa fin. Vingt plantes choisies ont

été dessinées avec une rare perfection. M. Delile a vu, dans les espèces confiées momentanément à son examen, les moyens de décider plusieurs questions intéressantes. Ses observations, par exemple, compléteront l'histoire du *Poa abyssinica*, graminée dont le grain est si petit qu'on le prendrait pour du sable fin.

Aucune contrée au monde ne se prête mieux que l'Abyssinie à des recherches sur la géographie botanique. En parcourant ses plateaux échelonnés, en s'élevant sur la croupe des montagnes, MM. Galinier et Ferret ont toujours marqué la hauteur et la température approximative de la localité où ils ramassaient une plante pour leur herbier. C'est aussi le baromètre à la main, que ces infatigables explorateurs ont déterminé les limites supérieures où cesse la végétation des graminées, des arbustes, des arbres; et parmi ceux-ci, des acacias, des cossos, des genévriers, des colqualls, des sycomores, des dattiers, des baobabs, des tamarins, etc.

Les graines que MM. Galinier et Ferret rapportaient en France ont été perdues dans un naufrage. Espérons que ce malheur sera bientôt réparé et qu'un second envoi, déjà ménagé par les deux voyageurs avant leur départ d'Abyssinie, arrivera cette fois à bon port.

La Commission s'est assurée que les collections de tout genre formées en Abyssinie par les soins de MM. Galinier et Ferret seront scrupuleusement déposées au Muséum d'histoire naturelle. Cette remarque ne paraîtra pas superflue, à une époque où tant de personnes, dit-on, oublient que les objets recueillis pendant les voyages exécutés aux frais de l'État, appartiennent à l'État, toute

réserve faite, néanmoins, relativement au remboursement des dépenses que des achats peuvent avoir occasionnées. Si les Commissions futures de l'Académie portent sur ce point capital une attention scrupuleuse et sévère, on cessera de voir de très-belles collections, écrémées dans certains de nos ports, au profit d'amateurs en crédit ou de riches marchands; des pièces uniques et d'une valeur scientifique inestimable, ne sortiront plus des navires français pour aller directement dans des cabinets particuliers ou même à l'étranger; enfin, notre Musée national restera le premier de l'Europe.

## CHAPITRE X

### CONCLUSIONS RELATIVES AU VOYAGE DE MM. GALINIER ET FERRET

Tous les chapitres qui précèdent offrent des preuves manifestes du courage, du zèle éclairé, de l'esprit d'entreprise qui animaient MM. Galinier et Ferret pendant leur voyage en Abyssinie. Placés presque toujours dans des circonstances très-difficiles, ces jeunes officiers ont fait tout ce que les sciences pouvaient attendre d'eux. Nous regrettons vivement que les usages de l'Académie nous interdisent de provoquer une démarche directe tendant à demander pour les deux hardis voyageurs, les récompenses qu'ils ont largement méritées. Nous avons du moins, la certitude que l'Académie voudra bien appuyer sa Commission, lorsqu'elle émettra le vœu que des travaux si neufs, si intéressants, si utiles, si laborieux

sement exécutés, soient mis, le plus promptement possible, sous les yeux du public.

## CHAPITRE XI

### RÉSULTATS DU SECOND VOYAGE EN ABYSSINIE DE M. ROCHET D'HÉRICOURT, RELATIFS A LA PHYSIQUE DU GLOBE

#### § 1. — Itinéraire du voyage.

M. Rochet d'Héricourt a déjà publié la relation d'un premier voyage qu'il fit en Abyssinie, pendant les années 1839 et 1840. Tout le monde a donc eu l'occasion d'apprécier le caractère entreprenant et la rare intrépidité de notre compatriote. Son second voyage, celui dont nous avons exposé les résultats relatifs à la physique du globe dans un Rapport succinct lu à l'Académie le 18 mai 1846, a été aussi dramatique que le premier, si on l'envisage au point de vue des difficultés que M. Rochet a eues à surmonter. Il ne sera pas moins riche en notions circonstanciées et neuves, sur la religion, sur les mœurs, sur les institutions de toute nature, du royaume de Choa et du pays d'Adel. Ajoutons que, cette fois, les dangers que M. Rochet a courus n'auront pas été sans fruit pour les sciences proprement dites.

M. Rochet s'embarqua à Marseille le 1er janvier 1842. Après avoir parcouru la mer Rouge dans presque toute sa longueur, il entra dans le pays d'Adel, vainquit mille obstacles, dont on trouverait peut-être la source en Europe, et arriva auprès du roi de Choa. M. Rochet est revenu de sa périlleuse expédition à la fin de 1845.

Pendant ce second voyage, M. Rochet était muni de divers instruments que l'Académie lui avait confiés, et à l'aide desquels il a abordé plusieurs questions intéressantes de géographie, de météorologie et de magnétisme terrestre.

§ 2. — Géographie.

Pour apprécier l'exactitude des latitudes géographiques déterminées par M. Rochet, nous n'avions qu'une seule voie : c'était de comparer entre eux les résultats déduits des observations isolées ; c'était de ne point nous borner à la considération des moyennes.

Pour certaines séries, ces comparaisons nous ont offert de grands écarts ; pour d'autres, l'accord a été très-satisfaisant, eu égard, surtout, aux circonstances défavorables dans lesquelles M. Rochet a toujours été placé. Les géographes instruits trouveront, sans aucun doute, parmi les observations de M. Rochet, les moyens d'améliorer les cartes d'une partie de l'Afrique encore assez peu étudiée.

§ 3. — Marées.

M. Rochet s'est occupé des marées, partout où son itinéraire et les circonstances lui ont permis de le faire.

A Moka, il trouva pour la variation moyenne diurne du niveau de la mer Rouge, $0^m.6$. Elle est notablement plus grande à Ambabo. Ce dernier port se trouve situé au sud du détroit de Bab-el-Mandeb ; Moka est au nord. Le détroit semble donc avoir amoindri le phénomène. Il

serait, néanmoins, prématuré d'entrer aujourd'hui à ce sujet dans une discussion détaillée.

§ 4. — Météorologie.

Nous avons trouvé, dans les registres de M. Rochet, les observations météorologiques faites à Kosséir et à Moka, sur la mer Rouge; à Angolola, à Angobar, à Farré et en d'autres points de l'Abyssinie.

Les premières, quoique peu nombreuses, intéresseront les météorologistes. Ils en déduiront les heures de la période diurne du baromètre, et la valeur de cette période en millimètres, pour le bord de la mer.

Les observations faites en Abyssinie montreront de nouveau comment ce mystérieux phénomène se modifie sur les pics isolés, et, ce qui n'est pas la même chose, au centre de grands plateaux élevés.

Les observations barométriques d'Angolola, d'Angobar, etc., permettront de calculer la hauteur verticale de ces villes au-dessus du niveau moyen de l'océan Indien. On trouvera de même la hauteur de plusieurs montagnes, et celle de divers points du cours de l'Aouache. Enfin, si, comme nous le croyons, aucune erreur ne s'est glissée dans les lectures de la hauteur du baromètre faites au niveau des eaux du lac Salé, il sera constaté que la surface de ce lac est de plus de 200 mètres au-dessous du niveau de l'Océan.

Nous croyons devoir engager M. Rochet à extraire soigneusement de ses journaux, les observations qu'il a eu l'occasion de faire sur les orages périodiques; celles,

particulièrement, des régions où ces orages se reproduisent deux fois tous les jours, et, à très-peu près, aux mêmes heures du matin et du soir. Il est permis d'espérer que la discussion de ces observations jettera de vives lumières sur un phénomène très-important et qui, jusqu'ici, est resté enveloppé dans une grande obscurité.

# TABLEAU

## D'UNE PARTIE DE L'INTÉRIEUR DE L'AFRIQUE

---

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

Les tentatives qu'on a faites depuis un certain nombre d'années pour ajouter aux connaissances que les anciens nous avaient transmises sur la géographie de l'intérieur de l'Afrique ont été assez généralement infructueuses, et l'on pourrait même dire, avec quelque apparence de raison, que nous sommes moins avancés sur ce point que Ptolémée. En 1816, une expédition fut entreprise au milieu de circonstances favorables, dans la vue d'éclaircir une question qui de tout temps a fixé l'attention des savants : je veux parler du cours du grand fleuve connu sous les noms de *Niger* ou de *Joliba*. La direction de cette expédition fut confiée au capitaine J.-K. Tuckey, qui avait pour mission spéciale d'explorer le fleuve Zaïre, nommé communément le Congo. Le récit du voyage fut publié en 1818, par ordre des commissaires de l'Amirauté, sous l'inspection et avec des notes de M. John Barrow [1].

1. Aussitôt après l'apparition de cet ouvrage, M. Arago en fit un extrait pour la *Connaissance des Temps* et les *Annales de chimie et de physique*. C'est cet extrait qui est reproduit ici ; il y est joint un Rapport fait en 1852, sur les orages de l'Éthiopie.

## CHAPITRE II

### SUR LE COURS DU NIGER

Non-seulement l'embouchure du Niger n'a point été découverte jusqu'ici, mais qui plus est, la direction même de la course de ce fleuve était naguère un objet de doute. Hérodote, il y a plus de vingt siècles, et Ptolémée après lui, le faisaient couler de l'ouest à l'est. Les Portugais, d'accord sur ce point avec quelques écrivains arabes, soutinrent ensuite qu'il marchait dans un sens tout contraire ; mais Mungo-Park, dans ses deux voyages, a prouvé sans réplique, que les anciens s'étaient déjà procuré à cet égard des notions exactes, et que dans les mêmes parages où le *Sénégal* et le *Gambie* coulent de l'est à l'ouest vers l'océan Atlantique, le Niger roule ses flots dans une direction diamétralement opposée. Reste à savoir où ce fleuve se termine.

Les savantes recherches que le major Rennel a faites à ce sujet, l'ont conduit à admettre que le Niger se perd dans le lac de *Wangara*, au milieu du continent. Cette opinion semble une conséquence nécessaire de la direction du courant : puisque aucune rivière considérable ne se décharge dans la mer sur la côte orientale de l'Afrique, depuis le détroit de Bab-el-Mandeb jusqu'au cap des Corientes, situé en face de l'extrémité méridionale de Madagascar. D'autres hypothèses ont cependant été adoptées par les géographes arabes : celle, par exemple, qui consiste à regarder le Niger comme une branche du

Nil; mais le major Rennel a prouvé, par les mesures barométriques de Bruce, que le Nil traverse une contrée dont la surface est considérablement plus élevée au-dessus de la mer que celle où Mungo-Park a vu couler le Niger. Il est d'ailleurs évident que si ce dernier fleuve débouchait dans le Nil, les crues en Egypte atteindraient leur plus grande hauteur longtemps après l'époque où le Niger présente le même phénomène sur la côte occidentale de l'Afrique: ce qui est contraire aux observations.

Quelques géographes modernes, tout en admettant que le Niger, depuis son origine jusque vers le méridien de Tombouctou, coule constamment de l'ouest à l'est, ont supposé que la forme du terrain, dans l'intérieur de l'Afrique, permet ensuite à ce fleuve de revenir sur ses pas, et ont cherché son embouchure sur la même côte où la source est située.

Deux opinions distinctes ont été avancées à ce sujet. M. Reichard, géographe allemand, a maintenu que le Rio del Rey, le Formose et quelques autres rivières qui se jettent dans le golfe de Benin, ne sont que des bras séparés d'un seul et même fleuve qui, suivant lui, est le Niger. Mais on n'a jusqu'ici aucune preuve certaine de l'existence des bifurcations nombreuses que ce système suppose; et même, si l'on doit s'en rapporter aux récits des marchands d'esclaves, il n'y a, dans cette partie de l'Afrique, aucun fleuve considérable.

A l'époque où Mungo-Park entreprit son second voyage, M. Maxwell lui suggéra l'idée que le grand fleuve connu sous les noms de *Congo* ou de *Zaïre*, et dont l'embouchure est située dans l'océan Atlantique, par six degrés

environ de latitude sud, pourrait bien être l'issue si inutilement cherchée jusque-là du Niger. M. Rennel se montra fort opposé à cette hypothèse, tandis que Mungo-Park l'adopta avec chaleur. « Aucune découverte (écrivait-il à lord Camden, avant de quitter l'Angleterre), si l'on en excepte celle du cap de Bonne-Espérance, ne pourrait, sous le rapport des avantages que le commerce en retirerait, être comparée à la découverte géographique que la remarque de M. Maxwell semble promettre. » L'inspection des lieux et les renseignements qui lui furent donnés ensuite par les nègres, fortifièrent ces idées: l'un d'eux, et c'était un des voyageurs africains les plus renommés, lui assura qu'après avoir dépassé *Kasna*, le Niger dirigeait subitement sa course vers le sud, et qu'il n'avait jamais entendu dire qu'il se déchargeât dans un lac. Aussi, dans les dernières lettres que cet intrépide voyageur écrivit à sa famille, à l'amirauté et à sir Joseph Bancks, à une époque où il suivait le cours du Niger de l'ouest à l'est, parlait-il de son retour en Angleterre par la voie de Rio Janeiro, où il comptait se rendre après avoir atteint l'embouchure du fleuve sur la côte occidentale de l'Afrique.

Trois objections principales ont été faites contre l'hypothèse adoptée par M. Maxwell et Mungo-Park.

On a avancé d'abord que les monts Kong se rattachent à la chaîne désignée par le nom de montagnes de la Lune, et forment ainsi dans le centre de l'Afrique, par le 10e degré de latitude nord, une barrière que le Niger ne pourrait franchir. M. Barrow répond à cela qu'on n'a aucune donnée positive ni sur la situation de cette chaîne, ni sur sa

prétendue liaison avec celle où le Niger, le Sénégal et le Gambie prennent leur source; et que lors même qu'une telle barrière existerait, on ne pourrait pas en conclure, qu'elle doit nécessairement arrêter le Niger. Le Bourampouter, le Sutlej et l'Indus, dont les sources sont en Tartarie, ne traversent-ils pas l'Himalaya, qui est à la fois, comme on sait, la plus haute et la plus large chaîne de montagnes des deux mondes? Et sans citer de nouveaux exemples, le Delaware et le Potomac ne se sont-ils pas ouvert un passage à travers la chaîne des Alleghanys? etc.

On a fait une objection, au premier aperçu plus difficile à résoudre dans le système que nous discutons, et qui est tirée de l'étendue immense qu'aurait le cours du Niger si le Zaïre en était le prolongement. En tenant compte des détours, l'embouchure de ce fleuve serait alors à plus de 400 milles anglais (1,300 lieues) de la source. Celle-ci semblerait donc être très-élevée, tandis qu'on sait que Mungo-Park atteignit le Niger en partant du Sénégal, sans avoir à franchir aucune montagne considérable. Mais en examinant l'objection de plus près, on trouve que le Niger aurait une pente supérieure à celle de l'Amazone ou du Gange, alors même que la hauteur de sa source au-dessus de la mer égalerait seulement 1,000 mètres : or, il est évident que Mungo-Park, dépourvu de tout moyen de mesure, a pu souvent, après plusieurs journées de marche, atteindre des hauteurs pareilles sans s'en apercevoir.

Si le Niger traversait, comme M. Maxwell le suppose, une si grande étendue de l'Afrique, les Mahométans,

dont l'esprit de prosélytisme est connu, n'auraient pas manqué de profiter d'un moyen de communication aussi facile pour étendre leurs doctrines au midi de l'équateur: or, les voyageurs n'en ont trouvé aucune trace sur les rives du Congo. Telle est la troisième objection qu'on a faite contre l'idendité présumée du Zaïre et du Niger. M. Barrow répond que ce dernier fleuve peut fort bien tenir la course qu'on lui attribue, sans qu'on ait le droit de supposer qu'il est d'une navigation facile, et que des cataractes et des bancs de sable n'obstruent pas quelquefois le courant. Il demande d'ailleurs, à son tour, comment il arrive que la religion mahométane ne se trouve établie presque nulle part au sud du Niger, dans la partie qui a été visitée, quoique là les moyens de passage d'une rive à l'autre soient si communs? Peut-on d'ailleurs assurer que des causes morales qui auront échappé à l'attention des voyageurs, ne se sont pas autant opposées à l'extension de l'islamisme parmi les nègres, que des difficultés physiques telles qu'une chaîne de montagnes, le cours d'un fleuve et l'existence d'un désert de sable?

## CHAPITRE III

### HISTOIRE DU VOYAGE DU CAPITAINE TUCKEY

Je viens de présenter en abrégé l'état de nos connaissances au sujet du cours du Niger, lorsque le gouvernement anglais donna au capitaine Tuckey le commandement d'une expédition destinée à remonter aussi avant que possible le Zaïre, vulgairement appelé *le Congo*. Des

naturalistes distingués, MM. Smith, Tudor et Cranch, furent associés à cet officier. Un bâtiment d'une forme particulière et approprié aux difficultés qu'on prévoyait, fut construit tout exprès dans le chantier Chatham. Des chaloupes doubles, tirant très-peu d'eau, et faites sur un nouveau plan avec des matériaux très-légers, devaient servir à franchir les bas-fonds, et pouvaient d'ailleurs être aisément transportées par terre durant un certain espace si des cataractes se présentaient. Une ample collection d'instruments d'astronomie, de physique, de météorologie, fut mise à la disposition des observateurs. Jamais expédition scientifique n'avait été entreprise avec plus de moyens de découvertes, avec plus de chances de succès ; et cependant, par une fatalité presque inexplicable, jamais de tels préparatifs n'eurent un si triste résultat. Le capitaine Tuckey, son lieutenant, les trois naturalistes, le trésorier du bâtiment, dix matelots et un passager, en tout dix-huit personnes, sur cinquante-six dont l'expédition était composée, moururent dans le court espace de trois mois. Cette mortalité doit paraître d'autant plus étrange que, d'après le journal du commandant, l'atmosphère, pendant toute la durée de la navigation sur le Congo, fut remarquablement sèche, et que le thermomètre, qui d'ordinaire marquait en plein midi 24 degrés centigrades, ne variait jamais considérablement du jour à la nuit. Il paraît, par le rapport du chirurgien, M. M'Kerrow, que chez la plupart la mort fut la suite d'accès de fièvre très-violents, mais que d'autres, qui avaient éprouvé de grandes fatigues, succombèrent d'épuisement.

La fin malheureuse de l'expédition nous a privés des découvertes importantes qu'on avait droit d'attendre du zèle et de l'habileté du capitaine Tuckey. Les géographes et les naturalistes trouveront toutefois dans son journal et dans celui du professeur Smith, qui ont été l'un et l'autre publiés textuellement par M. Barrow, des documents précieux sur une contrée remarquable, et jusqu'ici fort imparfaitement connue.

## CHAPITRE IV

### DESCRIPTION DU FLEUVE ZAÏRE

En parcourant les journaux de l'expédition sur le fleuve Zaïre, on est obligé de beaucoup rabattre des descriptions pompeuses que les Portugais et les navigateurs qui se livraient à la traite des nègres, avaient données de l'embouchure du Zaïre, de la rapidité du courant, de son effet sur les marées, etc.; mais, en d'autres points, la nouvelle expédition a confirmé les anciens rapports.

Le Congo avait été généralement représenté, par exemple, comme un fleuve d'un lit très-profond : or, on trouve, dans le journal du capitaine Tuckey et dans celui du *Master*, M. Fitzmaurice, que près de l'embouchure et à une assez grande distance dans l'intérieur, la sonde n'apportait aucune trace du fond, quoiqu'elle fût descendue à 130 ou 140 *fathoms* (plus de 250 mètres). Quant à la vitesse du courant, on l'avait évidemment exagérée; car rarement elle parut surpasser 9 kilomètres à l'heure.

Au Congo, comme partout ailleurs, la marée produit l'effet d'une digue qui viendrait se placer subitement à l'embouchure du fleuve; mais on observa ici cette circonstance particulière et remarquable que, tandis qu'il s'établissait sur l'une et l'autre rive deux courants qui remontaient vers la source, les eaux du milieu ne cessaient pas de couler vers la mer. Le Zaïre, en face d'Embomma, à 60 milles anglais (20 lieues) de la mer, n'a pas moins de 4 à 5 milles (une lieue et demie) de largeur; mais plus avant dans les terres, à 140 milles (47 lieues) du cap Padron, le lit se resserre considérablement, et les deux rives, dans une étendue de 12 lieues, ne sont plus distantes que de trois à quatre cents mètres. Cette partie n'est pas navigable, même pour les plus petites chaloupes : des blocs de rochers schisteux répandus çà et là dans le courant y produisent de nombreuses cascades et des tourbillons dont il serait très-dangereux d'approcher. A 90 lieues de l'embouchure, ou à 30 lieues d'Inga, le fleuve reprend son aspect imposant et coule sans obstacle, dans un lit de quatre milles (une lieue un tiers) de large, avec une vitesse de trois milles à l'heure, et entre deux rives couvertes d'une végétation vigoureuse.

MM. Tuckey, Smith et Fitzmaurice ne virent pas sans surprise combien est petite la quantité d'eau qui se fait jour entre les rochers, dans la partie resserrée du Congo, lorsqu'on la compare à celle qui remplit le vaste lit de ce fleuve, tant près de l'embouchure qu'au-dessus des cataractes. Suivant eux, une masse d'eau très-considérable s'écoule par un passage souterrain de plusieurs

lieues d'étendue, et ne ressort qu'à Pointe-Sondie, où elle donne naissance à des tourbillons très-rapides et qui dérangent le cours régulier du courant.

## CHAPITRE V

### SUR LA COMMUNICATION SUPPOSÉE DU NIGER ET DU ZAÏRE

Le journal du capitaine Tuckey renferme des notes de quelque importance au sujet de la communication supposée du Niger et du Zaïre par le lac de Wangara. On sait que les époques des pluies régulières dans la zone torride sont liées au cours du Soleil; qu'au nord de l'équateur, elles tombent en très-grande abondance lorsque cet astre parvient au tropique du Cancer, et que son passage par le tropique du Capricorne détermine un phénomène analogue dans l'hémisphère austral. Les crues du Niger devront donc atteindre leur maximum en juillet, et si le fleuve se jette dans le Wangara, n'y occasionner un accroissement considérable que vers le mois d'août : car bien qu'on ignore quelle est exactement la position de ce lac, on sait néanmoins qu'il est fort éloigné des montagnes où le Niger prend sa source. La distance du Wangara au Congo ne doit pas être moindre que 1,400 à 1,600 milles; en adoptant une course de 2 milles 1/2 à l'heure, qui est la vitesse moyenne du Zaïre au-dessus des rapides, cette distance serait parcourue en un mois environ. La crue du Wangara, en supposant que le Zaïre en sorte, ne se fera donc sentir, à l'embouchure du fleuve, que dans les premiers jours

e septembre : et c'est, en effet, là ce que le capitaine 'uckey a observé. La crue du Zaïre, si elle avait été ccasionnée comme on pourrait l'imaginer, par des pluies ›mbées au sud de la ligne, aurait été brusque et considérable : tandis que celle dont parle notre voyageur 'élevait le niveau du fleuve que de 7 à 15 centimètres n vingt-quatre heures.

Il paraîtrait, d'après les observations qui sont consinées dans le journal du commandant, que nulle part les rues totales du Congo, dont on a trouvé des marques videntes sur les rochers, ne surpassent 10 à 11 pieds nglais (3 mètres 1/3). Cette quantité, quand on la ›mpare aux immenses accroissements que le Nil, l'Orénoque, l'Amazone, etc., reçoivent dans la saison des luies, tend à fortifier l'hypothèse en question, et à faire onsidérer, pour ainsi dire, les crues du Zaïre comme effet du trop-plein d'un lac étendu où ce fleuve prenrait son origine. Quelle que soit, au reste, la confiance qu'on veuille accorder à des considérations de ce genre, l demeurera toujours évident que le Congo, ou du moins une de ses branches, doit avoir sa source au nord de l'équateur : car, dans toute autre supposition, on ne saurait comment expliquer l'origine de la crue observée le 1er septembre, ou dans la saison sèche de l'hémisphère austral.

# CHAPITRE VI

## OBSERVATIONS SUR LA TEMPÉRATURE DE L'AIR

On a trouvé dans les papiers du capitaine Tuckey une série d'observations météorologiques faites pendant trente jours (du 20 juillet au 20 août) dans diverses parties du fleuve, au-dessus des cataractes : je l'ai transcrite ici, en réduisant les degrés de Fahrenheit à l'échelle centigrade. On y verra que la température de l'air n'a jamais surpassé 26°.7, et n'est pas descendue au-dessous de 20°.6 ; celle de l'eau, à midi, s'est presque toujours maintenue à 24°.4.

| | Air à 8 heures du matin. | Air à midi. | Air à 8 heures du soir. | Eau du fleuve à midi. |
|---|---|---|---|---|
| 20 Juillet 1816. | 22°.2 | 23°.3 | 22°.8 | 23°.9 |
| 21 — | 21 .7 | 24 .4 | 23 .3 | 24 .4 |
| 22 — | 22 .2 | 23 .9 | 23 .3 | 24 .4 |
| 23 — | 22 .2 | 23 .9 | 23 .9 | 24 .4 |
| 24 — | 22 .2 | 23 .3 | 22 .8 | 25 .0 |
| 25 — | 21 .7 | 24 .4 | 24 .4 | 25 .0 |
| 26 — | 22 .2 | 25 .6 | 26 .7 | 24 .4 |
| 27 — | 22 .8 | 25 .6 | 25 .0 | 25 .0 |
| 28 — | 20 .6 | 26 .7 | 24 .4 | 24 .4 |
| 29 — | 21 .1 | 25 .6 | 23 .3 | 23 .9 |
| 30 — | 21 .1 | 24 .4 | 24 .4 | 24 .4 |
| 31 — | 21 .7 | 24 .4 | 23 .3 | 24 .4 |
| 1er Août 1816. | 20 .6 | 22 .8 | 23 .9 | 24 .4 |
| 2 — | 21 .7 | 22 .8 | 24 .4 | 24 .4 |
| 3 — | 21 .7 | 23 .3 | 24 .4 | 24 .4 |
| 4 — | 20 .6 | 24 .4 | 24 .4 | 24 .4 |
| 5 — | 21 .7 | 25 .6 | 25 ,6 | 25 .0 |
| 6 — | 22 .1 | 26 .7 | 25 .6 | 24 .4 |
| 7 — | 22 .2 | 25 .0 | 25 .0 | 25 .6 |
| 8 — | 21 .7 | 25 .0 | 24 .4 | 24 .4 |

| | | Air à 8 heures du matin. | Air à midi. | Air à 8 heures du soir. | Eau du fleuve à midi. |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 Août 1816. | | 20°.6 | 25°.6 | 25°.6 | 25°.6 |
| 10 | — | 20 .6 | 24 .4 | 24 .4 | 25 .6 |
| 11 | — | 21 .2 | 24 .4 | 23 .9 | 25 .0 |
| 12 | — | 20 .0 | 25 .0 | 25 .6 | 24 .4 |
| 13 | — | 21 .1 | 24 .4 | 25 .0 | 24 .4 |
| 14 | — | 22 .8 | 25 .6 | 24 .4 | 25 .0 |
| 15 | — | 22 .2 | 25 .6 | 24 .4 | 25 .0 |
| 16 | — | 22 .2 | 25 .0 | 23 .9 | 24 .4 |
| 17 | — | 21 .1 | 24 .4 | 24 .4 | 24 .4 |
| 18 | — | 21 .7 | 24 .4 | 25 .0 | 25 .6 |
| 19 | — | 21 .7 | 25 .6 | 25 .0 | 25 .0 |
| 20 | — | 20 .6 | 25 .6 | 23 .9 | 24 .4 |

Les localités paraissent avoir, indépendamment des tudes, une très-grande influence sur la température l'atmosphère. Durant une campagne que le capitaine key avait faite dans la mer Rouge en 1800, le rmomètre, à minuit, ne descendit jamais au-dessous 34°.4 centigr.; au lever du Soleil, il marquait généement 40°, et à midi, de 44° à 45° centigrades.

## CHAPITRE VII

### TEMPÉRATURE DES SOURCES

A Porto-Praya, capitale des îles du cap Vert, le 10 il 1816, la température d'un puits de six mètres de fondeur était égale à 24°.4 centigrades. (On sait 'en général la chaleur des sources fait connaître assez actement la température moyenne des lieux où elles nt situées.)

Le 10 août 1816, nos voyageurs trouvèrent une source nt la température était 22°.8 centigrades. (Ils étaient

alors plus élevés de 400 mètres que le niveau du fleuve Zaïre.)

Le 11 septembre 1816, une source située sur la rive même du Zaïre par 5° de latitude sud, par 17° de longitude à l'est de Paris et sortant d'une masse de roches calcaires marquait également 22°.8 centigrades.

A quinze lieues du cap Palmas, à l'entrée du golfe de Guinée, la surface de la mer était à 28° centigrades. A 200 fathoms (365 mètres de profondeur), le thermomètre ne marquait plus que 18° centigrades. (M. Tuckey ne dit pas avec quel instrument il a pris la température du fond.)

## CHAPITRE VIII

### PLUIE

Le 12 mai 1816, par 2° 30′ de latitude nord et 4° de longitude orientale, il tomba sur le bâtiment, dans l'espace de trois heures (d'une heure après midi à quatre heures), 84 millimètres d'eau. Cette pluie, continuée pendant les vingt-quatre heures, aurait fourni un tiers en sus de la quantité d'eau qui tombe à Paris durant toute l'année.

## CHAPITRE IX

### COULEUR ET PHOSPHORESCENCE DE LA MER

Après qu'on eut dépassé le cap Palmas, à l'entrée du golfe de Guinée, la mer commença à devenir blanchâtre. Dans le voisinage de l'Ile-du-Prince, le vaisseau paraissait

se mouvoir sur du lait. Les vagues acquirent en même temps un grand degré de phosphorescence, et, dans la nuit la plus obscure, étaient aussi resplendissantes que par le plus beau clair de lune. M. Tuckey attribue en grande partie la couleur blanche de l'eau à la multitude d'animaux de différents genres qui couvraient sa surface. En jetant dans la mer un sac qui se tenait ouvert à l'aide d'un cerceau, on pêcha principalement des *salpa* transparentes et des crustacés du genre *scyllarus*. On recueillit en même temps 13 espèces de *cancer*. « Dans l'une d'elles, la propriété lumineuse existait dans le cerveau, comme on s'en assura avec un microscope. Lorsque l'animal était en repos, cette partie ressemblait à une brillante améthyste, large comme la tête d'une épingle: quand il se mouvait, le cerveau jetait des rayons très-vifs et d'une teinte argentine. »

Le 5 avril, par 22° de latitude nord et 21° 30′ de longitude à l'ouest de Paris, la mer, qui jusque-là avait été d'un azur très-foncé, acquit subitement une teinte verdâtre, quoiqu'on fût alors à plus de trente lieues du cap Cavaeira, le point du continent le plus voisin, et que la sonde, à 219 mètres, n'atteignît pas le fond. Cette altération dans la couleur des flots, si elle se manifestait partout à une aussi grande distance de la côte, serait une indication précieuse dont les navigateurs pourraient tirer un grand parti, et elle préviendrait quelques-uns des nombreux naufrages qui ont lieu dans le voisinage du cap Blanc. On ne saurait donc assez recommander aux officiers instruits de noter avec soin les phénomènes de ce genre. Peut-être serait-il nécessaire

de joindre à de telles observations une indication précise des circonstances météorologiques; car il est présumable que l'état plus ou moins vaporeux de l'atmosphère a quelque influence sur la teinte que la mer paraît avoir.

Le 7 avril, la mer avait repris sa couleur habituelle.

Le 29 juin, dans la baie de *Loango*, les eaux de la mer paraissaient fortement rougeâtres; comme si elles avaient été mêlées avec du sang; mais cette teinte, suivant M. Tuckey, dépendait du fond, qui était rougeâtre lui-même.

## CHAPITRE X

### OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES

A l'extrémité nord de l'Ile-du-Prince, dans le golfe de Guinée, le 16 mai 1816, latitude nord 1° 40', longitude 4° 40' à l'est de Paris, la déclinaison de l'aiguille était 21° 22' ouest.

A l'extrémité sud de l'île de Rolle, le 7 mai 1816, latitude 0°, longitude de 4° 24' E., la déclinaison a été trouvée de 22° 7' O.

Le 25 mai, latitude 3° 49' S., longitude 8° 45' E., la déclinaison était de 25° 30' O.

Le 26 mai, latitude 4° 8' S., longitude 8° 55' E., la déclinaison était de 25° 32' O.

## CHAPITRE XI

### MŒURS DES HABITANTS DU CONGO

Les crocodiles et les hippopotames fourmillent dans le Zaïre, particulièrement au-dessus des cataractes, où on les rencontre d'ordinaire par troupes de dix à douze. Nos voyageurs se sont assurés que la chair d'hippopotame fournit un excellent aliment; mais il ne paraît pas que les naturels en fassent un grand usage. En général les nègres qui habitent les rives du Congo sont extrêmement peu recherchés dans la préparation de leur nourriture. M. Tuckey les a vus faire griller des volailles recouvertes de toutes leurs plumes, et dévorer des morceaux de bouc à peine chauffés, et qui n'étaient dépouillés ni de la peau ni des poils. Les seuls objets qu'on apporte dans les marchés sont du manioc, du maïs, dont on fait deux récoltes dans l'année, des citrouilles, des pistaches, des pommes de terre, et une liqueur très-agréable qu'on nomme *palmi wine*, et qui n'est autre chose que le suc qui découle en abondance d'une espèce particulière et fort élevée de palmier, lorsqu'on perce le tronc près du sommet. Les nègres ont remarqué que l'opération ne réussit que la nuit, et qu'après le lever du Soleil, il ne s'écoule, par la blessure du tronc, que de très-petites quantités de liquide. Le *palmi wine*, peu de temps après son extraction, a un goût assez analogue à celui du cidre; il est sain, fort rafraîchissant, et possède à un degré remarquable la propriété, si pré-

cieuse sous les tropiques, d'étancher promptement la soif.

Si l'on en juge par la multitude d'animaux que M. Cranch était parvenu à recueillir pendant un séjour de trois mois sur les rives du Zaïre, cette contrée promet des découvertes intéressantes aux naturalistes que la fin malheureuse de l'expédition anglaise n'aura pas effrayés, et qui tenteraient de nouveau de la parcourir. On a vu que des cataractes obstruent le fleuve dans un espace de douze lieues, et qu'on doit renoncer à l'idée de le remonter fort avant avec les mêmes embarcations. D'un autre côté, l'absence de toute bête de somme rend les voyages de terre fort difficiles. Les habitants, il est vrai, sur les bords du fleuve, sont pacifiques et hospitaliers, et l'on pourrait en attendre toutes sortes de secours; mais on a moins de renseignements sur les peuplades intérieures. Quelques voyageurs assurent qu'elles sont anthropophages. Des crânes et des ossements humains grillés, que MM. Smith et Cranch rencontrèrent près de Shark-Point, semblèrent d'abord prouver que, sur le bord même du fleuve, l'expédition aurait affaire à des cannibales; mais M. Tuckey reconnut ensuite que la place où les naturalistes avaient fait cette découverte, était le lieu où l'on venait, de plusieurs lieues à la ronde, exécuter les criminels, et il apprit de plus qu'on jetait dans les flammes les corps de ceux qui s'étaient rendus coupables d'empoisonnement. Quoi qu'il en soit, les habitants du Congo ont laissé les éléphants, les lions et les léopards se multiplier à tel point, qu'un voyage dans l'intérieur de la contrée serait nécessairement accompagné de grands dangers. M. Barrow, qui a le droit de

donner des avis en fait d'expéditions difficiles, a tracé la marche qu'il conviendra de suivre, si jamais les Européens tentent une seconde fois d'explorer le cours du Zaïre.

## CHAPITRE XII

### FLORE DU CONGO

Une des parties les plus intéressantes de la relation du voyage au Congo, est le Mémoire de botanique que l'on doit à M. Robert Brown, correspondant de l'Académie des Sciences. Ce n'est point un catalogue aride de plantes rangées d'après un système artificiel, dans lequel disparaissent les rapports les plus intéressants de l'organisation végétale. Le Mémoire de M. Brown est calqué sur celui dans lequel ce célèbre naturaliste, à la suite de la relation du voyage du capitaine Flinders, nous a fait connaître, sous un point de vue très-philosophique, la flore de la Nouvelle-Hollande.

Le nombre des plantes recueillies par le professeur Smith et M. David Lockhart s'élève à 620 espèces, dont seulement 250 sont nouvelles. Les voyageurs ont été sur les rives du Congo dans la saison la plus sèche de l'année. Nous ne pouvons point entrer ici dans le détail des observations botaniques et géographiques de M. Brown ; nous ferons remarquer seulement en général, qu'outre les recherches qui appartiennent purement à la botanique descriptive, son Mémoire embrasse quatre objets distincts : 1° le nombre des plantes du Congo comparées à celles que MM. Smeathman, Brass et le professeur

Afzelius ont recueillies à Sierra-Leone; 2° les rapports numériques que MM. Brown et de Humboldt ont trouvés entre les divers climats et la distribution des végétaux par familles; 3° l'indication des plantes utiles à l'homme, cultivées ou sauvages, avec des recherches sur leur patrie; 4° le catalogue des végétaux qui sont communs à l'Afrique occidentale et à la côte opposée de l'Amérique, à l'Afrique occidentale et orientale, aux rives du Congo et aux côtes de la Nouvelle-Hollande et de l'Inde. La simple énumération de ces objets prouve combien, dans ces derniers temps, le domaine de la botanique s'est agrandi, et comment cette science, par l'étude des familles naturelles, par la connaissance plus intime de la distribution de la chaleur sur le globe, et par l'usage étendu des mesures barométriques, s'est affranchie de cet état d'isolement auquel elle avait été réduite depuis des siècles.

## CHAPITRE XIII

### HYDROGRAPHIE

L'ouvrage dont je viens de présenter cet extrait détaillé est terminé par un appendice renfermant les remarques hydrographiques faites par le capitaine Tuckey et le *Master*, M. Fitzmaurice, depuis l'île Saint-Thomas jusqu'à l'embouchure du Zaïre. Ce Mémoire mérite toute l'attention des navigateurs; car si les observations sont exactes, il faudra en conclure que sur les cartes les plus renommées, une partie du continent de l'Afrique est por-

tée d'un degré trop à l'occident, et que les latitudes mêmes sont affectées d'erreurs très-graves.

## CHAPITRE XIV

### RECHERCHES DE M. ANTOINE D'ABBADIE RELATIVES AUX ORAGES D'ÉTHIOPIE [1]

A l'époque où je publiai, en 1838, dans *l'Annuaire du Bureau des Longitudes*, une longue Notice historique sur le Tonnerre [2], je n'avais à ma disposition qu'un très-petit nombre d'observations de ce phénomène, faites entre les tropiques ; aussi n'y trouve-t-on, en ce qui concerne l'Éthiopie, que quelques remarques d'un médiocre intérêt, empruntées au voyage de Bruce.

Le Mémoire que M. d'Abbadie a présenté à l'Académie des Sciences fournira les moyens de remplir cette lacune, à beaucoup d'égards. Les observations de ce voyageur courageux ne sont relatives en général qu'aux plateaux élevés de la contrée. La discussion savante à laquelle il s'est livré, porte sur 1,909 orages, et est destinée à résoudre ou à éclaircir plusieurs questions que la Notice sur le Tonnerre avait laissées indécises. Nous devons dire, pour dissiper la surprise de ceux qui s'étonneraient que pendant un séjour de six ans on ait observé tant d'orages,

1. Rapport lu à l'Académie des Sciences, le 14 juin 1852, au nom d'une Commission composée de MM. Babinet, Duperrey, Laugier, et Arago, rapporteur.

2. La seconde édition de cette Notice, revue et augmentée par M. Arago, est insérée dans le tome IV des *Œuvres*, t. Ier des *Notices scientifiques*, p. 1 à 404.

que notre compatriote a rangé sous ce nom générique jusqu'à l'apparition d'un nuage d'où n'était parti qu'un seul éclair et qu'un seul coup de tonnerre, et qu'il a souvent compté plusieurs orages dans le même jour.

L'auteur rapporte qu'en Éthiopie les nuages orageux sont toujours unis à leur surface inférieure, déchiquetés à leur surface opposée, et en général très-peu épais. Quelques-uns de ces nuages, malgré les fortes manifestations électriques dont ils étaient le foyer, n'auraient pas, dit M. d'Abbadie, empêché de voir les étoiles au travers.

M. d'Abbadie croit avoir remarqué que ces nuages ont une tendance manifeste à se réunir près des pics élevés, en sorte que ceux-ci ont l'air d'exercer une force attractive sur la matière nuageuse électrisée.

Les physiciens qui ont voulu rattacher théoriquement les phénomènes des orages à ceux des conducteurs électriques artificiellement chargés dans nos cabinets, ont toujours regardé comme un fait difficile à expliquer, qu'un même nuage pût fournir, dans un intervalle de temps fort court, à des décharges qui, par l'intensité de l'éclair et du bruit, paraissaient avoir la même force. Les observations de M. d'Abbadie, loin de faire disparaître la difficulté, la rendent au contraire plus manifeste.

Se rappelant qu'une torpille peut, en se rechargeant presque instantanément, lancer, à de courts intervalles de temps, des décharges électriques d'une intensité presque égale, l'auteur a appelé nuages *à la torpille* ceux qui jouissent de propriétés analogues.

M. d'Abbadie cite comme un exemple d'un nuage à la torpille celui qu'il observa le 2 avril 1846. Ce jour-là, le nuage orageux se maintenait dans une position immobile à une distance du zénith de 30 à 40 degrés ; l'intervalle compris entre le bruit et l'éclair était toujours exactement le même et de vingt et une secondes. Le phénomène se reproduisit huit fois dans l'espace de huit minutes. Dans un second cas cité par l'auteur, et correspondant au 16 mai 1846, on remarqua neuf secondes, ni plus ni moins, entre l'éclair et le tonnerre, et cela trente fois dans un espace de temps d'environ vingt minutes.

Muni de bons chronomètres et d'excellents moyens de mesurer les hauteurs angulaires, M. d'Abbadie ne pouvait manquer d'essayer de déterminer la hauteur ordinaire des nuages orageux, dans la contrée où son zèle pour la science l'avait conduit. Voici ses principales déterminations à ce sujet :

| Dates. | Hauteur du nuage au-dessus du terrain où M. d'Abbadie observait. |
|---|---|
| 15 février 1844.............. | 2,036 mètres. |
| 12 février 1844.............. | 1,896 — |
| 26 octobre 1843............. | 1,087 — |
| 20 octobre 1845............. | 212 — |

M. d'Abbadie a adopté la division des éclairs en trois classes, proposée dans la Notice sur le Tonnerre. Il déclare n'avoir jamais vu en Éthiopie les éclairs resserrés et en zigzag de la première classe, offrir de bifurcation; seulement il est arrivé quelquefois qu'après avoir franchi l'intervalle compris entre deux nuages horizontaux iné-

galement élevés, cet éclair de la première classe, parti du nuage supérieur, revenait sur lui-même en forme de V.

Quant aux éclairs de la troisième classe ou en boule, M. d'Abbadie n'en cite qu'un, observé le 24 mars 1847 ; l'éclair était remontant, il avait la forme d'un têtard qui aurait eu la queue tournée vers la terre.

M. d'Abbadie a profité de quelques circonstances favorables, mais très-rares, qui se sont offertes à lui, pour déterminer géométriquement la longueur absolue des éclairs. Le 26 octobre 1843, il trouva pour cette longueur 6,762 mètres. M. Petit, à qui il avait fait part de ses observations, lui a annoncé, depuis, qu'il a vu, à Toulouse, des éclairs dont la longueur atteignait jusqu'à 17,000 mètres. M. d'Abbadie se croit autorisé à conclure de ces résultats comparés, que les éclairs de la première espèce, en Éthiopie, sont généralement moins longs que ceux qu'on observe dans le midi de la France.

M. d'Abbadie a constaté que la durée du roulement du tonnerre n'a aucun rapport avec la distance du nuage où le phénomène a pris naissance. Comme les déterminations qu'il a obtenues pourront un jour être utiles aux météorologistes qui étudieront les explications qu'on a données de ce roulement, nous consignerons ici les résultats suivants :

| Dates. | Intervalle entre l'éclair et le bruit. | Durée du roulement. |
|---|---|---|
| 20 novembre 1842........ | 36ˢ.4 | 18ˢ.0 |
| 25 avril 1843............. | 13 .2 | 13 .0 |
| 1ᵉʳ mai 1843............. | 56 .0 | 19 .2 |

| Dates. | Intervalle entre l'éclair et le bruit. | Durée du roulement. |
|---|---|---|
| 7 septembre 1843........ | 18ˢ.0 | 22ˢ.0 |
| 12 septembre 1843........ | 30 .8 | 14 .0 |
| 12 février 1844........... | 32 .0 | 8 .0 |
| 15 février 1844........... | 92 .0 | 16 .0 |
| 22 février 1844........... | 40 .0 | 12 .0 |
| 16 mai 1846.............. | 9 .0 | 22 .4 |

L'auteur cite un bon nombre d'exemples desquels il a cru pouvoir conclure, à l'appui d'une opinion déjà professée dans la Notice sur le Tonnerre, qu'il existe des éclairs de la première classe sans tonnerre.

M. d'Abbadie a constaté que les décharges électriques qui partent des nuages situés au zénith ne sont pas toujours accompagnées, comme on l'avait supposé gratuitement, d'une recrudescence dans la pluie ; il cite même des cas où la pluie cessa immédiatement après le moment où le tonnerre se fit entendre.

Afin d'abréger, nous nous contenterons de mentionner seulement la discussion savante à laquelle l'auteur s'est livré pour déterminer les mois, et les heures de la journée où les chances d'orage sont à leur maximum.

Nous terminerons par une observation de l'auteur concernant l'intensité comparative des coups foudroyants qui se manifestent dans les régions tempérées et près de l'équateur.

Si les orages sont beaucoup plus fréquents entre les tropiques que dans nos climats, on croit généralement que ces derniers sont de beaucoup les plus redoutables ; c'est aussi, à ce qu'il nous paraît, l'opinion de M. d'Abbadie. Nous devons dire cependant qu'il y a des cas

exceptionnels, témoin l'orage dont parle l'auteur, et qui, d'un seul coup, tua deux mille chèvres et le berger qui les gardait. Nous ignorons si, dans nos contrées, on a jamais eu à enregistrer de si grands ravages dus à une seule décharge électrique.

Il n'est point d'homme un peu lettré en Europe qui ignore aujourd'hui quels sacrifices personnels et quelles fatigues M. d'Abbadie a dû s'imposer pour mener à bonne fin l'exploration scientifique d'une partie de l'ancienne Éthiopie. Les emprunts que nous venons de faire à son Mémoire sur les orages, prouveront de plus que, dans la direction donnée à ses observations et dans leur discussion, il a déployé toute l'habileté, l'exactitude et les connaissances d'un physicien consommé.

# TABLEAU DES TERRES AUSTRALES

## CHAPITRE PREMIER

### NOTICE SUR LE VOYAGE DU CONTRE-AMIRAL D'ENTRECASTEAUX A LA RECHERCHE DE LA PÉROUSE

De tous les voyages de découvertes qui ont été faits depuis la fin du siècle dernier, il n'en est peut-être aucun qui fasse plus d'honneur à la nation qui l'a ordonné, que celui du contre-amiral d'Entrecasteaux, soit par le motif qui l'a fait entreprendre, soit par les fruits que les sciences en général, et en particulier la navigation, en ont retirés. Le but de ce voyage était la recherche de M. de La Pérouse, parti de Brest le 1er août 1785, commandant les frégates *la Boussole* et *l'Astrolabe*, pour aller compléter la reconnaissance des côtes et des îles du grand Océan situé entre l'Asie et l'Amérique. Nous avons une relation très-circonstanciée de la navigation de ces deux frégates, depuis leur départ de France jusqu'à l'époque où elles ont quitté Botany-Bay pour se rendre aux îles des Amis. Nous savons qu'elles devaient ensuite côtoyer les parties occidentales de la Nouvelle-Calédonie et des îles Salomon, et faire la reconnaissance d'un grand nombre d'autres îles et d'écueils situés dans le sud-est de la Nouvelle-Guinée. La Pérouse donnait

tous ces détails dans une lettre datée du 7 février 1788, de Botany-Bay, où il annonce qu'il compte être de retour à l'Ile-de-France sur la fin de décembre de la même année. Plus de deux ans s'écoulèrent sans que l'on eût de ses nouvelles. Au mois de février 1791, l'Assemblée nationale décréta que le roi serait prié de faire armer deux bâtiments pour aller à la recherche de cet illustre navigateur, dont le sort était devenu l'objet de l'inquiétude de tous les Français. Les frégates *la Recherche* et *l'Espérance* furent équipées pour fairé une campagne de découvertes, et cette mission honorable fut confiée à M. d'Entrecasteaux : la manière dont elle a été remplie est une preuve que l'on ne pouvait pas nommer un chef plus capable de la commander.

M. d'Entrecasteaux reçut aussi l'ordre de ne rien négliger de ce qui pourrait contribuer aux progrès des arts et des sciences, et principalement à ceux de la navigation et de la géographie. Quoique ces deux objets, difficiles à remplir en même temps, aient souvent contrarié ses opérations, il a su si bien les concilier, que, sans avoir jamais perdu de vue la recherche de La Pérouse, il est parvenu à étendre beaucoup nos connaissances en géographie, et même à faire des découvertes importantes.

Les frégates *la Recherche* et *l'Espérance* partirent de Brest le 29 septembre 1791, et firent route pour le cap de Bonne-Espérance. A peine y furent-elles mouillées, que M. d'Entrecasteaux reçut des dépêches de M. de Saint-Félix, commandant la station de l'Inde, dans lesquelles on lui faisait part de plusieurs renseignements

qui pouvaient faire croire que La Pérouse avait fait naufrage sur les îles de l'Amirauté. Malgré les contradictions qui se trouvaient dans ces renseignemeuts, M. d'Entrecasteaux n'hésita pas à changer le plan de sa campagne, pour aller visiter ces îles. Il s'y assura que La Pérouse n'avait eu aucune communication avec leurs habitants : dès lors il ne s'attacha plus qu'à suivre la route que cet infortuné navigateur devait tenir ; et il visita, avec la plus grande attention, les côtes où il pouvait avoir l'espoir de le retrouver. Il n'a pu en découvrir aucune trace ; les soins et le zèle que M. d'Entrecasteaux a mis dans ses recherches, étaient assurément dignes d'un meilleur succès. Ce n'est que plus tard, en 1826 et 1828, que le capitaine Dillon d'abord et M. Dumont d'Urville ont retrouvé dans l'île de Vanikoro des débris qui ne laissent aucun doute sur le lieu où La Pérouse et ses compagnons ont fait naufrage.

Les bornes que nous prescrit cette Notice, ne nous permettent pas d'entrer dans de grands détails sur tous les pays visités par le contre-amiral d'Entrecasteaux ; nous nous bornerons à parler des plus remarquables, et nous ne nous arrêterons qu'à ceux qui méritent de fixer plus particulièrement l'attention, soit par leur importance, à l'égard de la navigation, soit par l'intérêt qu'ils peuvent inspirer relativement au caractère, aux mœurs et au gouvernement des peuples qui les habitent.

Les frégates françaises passèrent au sud de la Nouvelle-Hollande, pour se rendre aux îles de l'Amirauté, et elles relâchèrent à la partie méridionale de la terre de Van-Diémen, dans l'intention de renouveler leur provision

d'eau. C'est sur cette côte que M. d'Entrecasteaux découvrit un vaste canal, qui avait échappé à la vigilance des capitaines Cook et Furneaux, et dont la connaissance est d'autant plus importante pour la navigation, qu'il renferme plusieurs ports et une longue suite de rades immenses, où la mer n'est jamais agitée, même par les vents les plus impétueux. On trouva des traces d'habitants, mais on n'en vit aucun; des monceaux de coquilles entassées sur le rivage près des lieux qui leur avaient servi de foyer, firent juger qu'ils devaient être rassemblés en peuplades errantes sur le bord de la mer, d'où ils tirent leur subsistance. On fut à portée de vérifier ces conjectures pendant la relâche que l'on fit l'année suivante dans ce beau canal, où l'on eut occasion de communiquer avec une des peuplades qui l'habitent. La peinture attachante que M. d'Entrecasteaux fait de leur caractère, nous donne l'idée d'un peuple simple et bon, qui offre la plus parfaite image du premier état de société. Ils vivent en famille avec leurs femmes et leurs enfants; exempts de tout désir, leur tranquillité n'est troublée par aucune des passions qui agitent les peuples civilisés. Il est à regretter qu'ils ne sachent pas tirer du sol fertile qu'ils habitent le fruit d'un travail facile, qui deviendrait pour eux une source d'aisance, et serait la récompense la plus digne de leurs vertus. Le canal de la partie sud de la terre de Van-Diémen porte désormais le nom de *Canal d'Entrecasteaux*; toutes les ramifications en furent visitées dans le plus grand détail, par les frégates ou par des canots. M. Beautemps-Beaupré, ingénieur de l'expédition, en a levé une carte, qui est un des beaux

monuments de l'hydrographie. Les éloges que M. d'Entrecasteaux donne à son travail, paraîtront d'autant mieux mérités, qu'ils ont été confirmés dans la campagne que le capitaine Baudin a faite à la Nouvelle-Hollande, et par des Anglais qui sont partis du port Jackson dans l'intention de vérifier l'exactitude de ses cartes.

En quittant la terre de Van-Diémen, les frégates se dirigèrent sur la Nouvelle-Calédonie. Elles firent la reconnaissance de la côte occidentale de cette île, qui n'avait pas été visitée par Cook ; elles la trouvèrent bordée d'un récif continu, qui suit parallèlement la côte, dont il ne s'éloigne pas, dans toute sa longueur, de plus de trois lieues, et qui se prolonge, en suivant la même direction, jusqu'à cinquante lieues dans le nord-ouest de la pointe septentrionale de l'île. M. d'Entrecasteaux revint à la Nouvelle-Calédonie l'année suivante, et fit la reconnaissance de la partie orientale de ce même récif. On ne peut donner trop d'éloges au soin qu'il a mis à chercher et fixer les limites d'un écueil aussi dangereux pour la navigation, surtout lorsqu'on voit, dans la relation de son voyage, les périls de tous genres que ses bâtiments y ont courus. La côte de la Nouvelle-Calédonie offrit à nos navigateurs un contraste frappant avec celle de la partie sud de la terre de Van-Diémen ; autant celle-ci paraissait agréable par la fraîcheur de la verdure dont les montagnes étaient couvertes, autant celle de la Nouvelle-Calédonie était aride ; ce n'était que dans les vallons que l'on apercevait quelques bouquets d'arbres à une grande distance les uns des autres. Pendant une relâche que l'on fit à Balade, dans le cours de la seconde année de la cam-

pagne, on eut lieu de remarquer un contraste non moins frappant, mais bien plus affligeant, entre les habitants de ces deux contrées. Au lieu d'un peuple doux, qui se contente de jouir en paix des biens que la nature lui a accordés, comme celui de la terre de Van-Diémen, on a trouvé la Nouvelle-Calédonie habitée par des hommes atroces, que la stérilité du sol a réduits à toutes les horreurs de la misère et de la famine, et que leur férocité naturelle a condamnés à supporter les maux d'une guerre intestine, qu'ils ne cessent de se faire pour assouvir leur faim et dévorer leurs semblables.

Lorsque M. d'Entrecasteaux eut quitté la Nouvelle-Calédonie, il fit route pour reconnaître les terres voisines de la baie de Choiseul et la côte occidentale de l'île Bougainville. Il se rendit aux îles de l'Amirauté, en passant par le canal Saint-Georges, et s'y assura, comme nous l'avons dit, que M. de La Pérouse n'avait eu aucune communication avec leurs habitants. Ensuite il se rendit à Amboine, où il répara ses bâtiments, et prit des vivres pour continuer sa campagne. Le récit de ces opérations, que nous nous contentons d'indiquer, offre partout des remarques utiles à la navigation, et une foule de réflexions profondes sur le caractère des peuples qu'il a visités. On reconnaîtra surtout, en lisant sa relâche d'Amboine, les vues d'un homme d'État consommé. Nous aurions désiré de citer quelques-unes de ses réflexions; mais elles sont tellement liées, qu'il est impossible de les isoler sans leur faire perdre de leur prix.

Les frégates *la Recherche* et *l'Espérance* partirent d'Amboine le 13 octobre 1792 : c'est à cette époque que

commence la seconde année de la campagne. Elles dirigèrent leur route au sud, parcoururent une partie de la côte occidentale de Timor, passèrent près des îles Savu, et vinrent aborder les côtes de la Nouvelle-Hollande, pour faire la reconnaissance de celles de la terre de Nuyts. M. d'Entrecasteaux visita, avec cette hardiesse mêlée de prudence qui caractérise sa navigation, toutes les côtes de ces terres arides, dont certaines parties sont parsemées d'écueils. Les dangers de la navigation furent encore augmentés par les mauvais temps qu'il eut à essuyer. Dans une circonstance, se trouvant, par un vent très-impétueux, au milieu d'îles inconnues, et environné d'écueils de toute part, il ne dut son salut qu'à la découverte du seul endroit peut-être où un vaisseau pouvait mouiller, et il vint s'y mettre à l'abri d'une petite île.

Ce fut après avoir quitté la terre de Nuyts, que les frégates firent, à la terre de Diémen, la seconde relâche dont nous avons parlé. De là elles se rendirent à Tongatabou, la plus considérable des îles des Amis, où La Pérouse aurait dû aller relâcher en partant de Botany-Bay. On découvrit pendant cette traversée un groupe de petites îles incultes, qui furent appelées *Iles Kermadec.* Les habitants des îles des Amis sont un des peuples les plus civilisés du grand Océan; on prit, en très-peu de temps, assez de connaissance de leur langue, pour acquérir la certitude que La Pérouse n'avait relâché dans aucune île de cet archipel. Ces insulaires se rappelaient tous les voyages de Cook : ils indiquèrent deux époques où des bâtiments avaient passé en vue d'une de leurs îles; l'une cadrait avec celle du voyage de la frégate

espagnole *la Princessa;* l'autre parut s'accorder avec celle où La Pérouse lui-même avait pris connaissance de l'île Vavao. Ils n'ont pas fait de difficulté d'avouer la trahison dont un des chefs d'Anamoka s'était rendu coupable à l'égard de Blight; ainsi, l'on peut croire qu'il n'y a eu de leur part aucune dissimulation. M. d'Entrecasteaux a augmenté beaucoup les connaissances que Cook nous avait données sur le gouvernement, le caractère et les mœurs de ce peuple. Les particularités qu'il nous a transmises sur l'ordre de la succession au trône, et sur la manière dont les chefs exercent le pouvoir, sont faites pour intéresser tous les lecteurs. Il pense, ainsi que Cook, que le gouvernement de ces îles a de grands rapports avec l'ancien régime féodal. Le peuple est divisé en trois classes : la première est composée des chefs, qui s'appellent *Éguis;* ceux qui composent la seconde classe s'appellent *Moas;* les individus de la troisième et dernière classe sont les *Touas.* Il lui a paru que la classe des *Éguis* jouit seule des prérogatives ; elle se fait aussi distinguer par la noblesse des sentiments et des manières. Les femmes surtout de cette classe sont remarquables par leur beauté; celles des autres classes jouissent plus ou moins du même avantage ; mais il est impossible d'en trouver dont les charmes soient plus séduisants. La race d'hommes est superbe; ils sont d'un caractère enjoué et même railleur. M. d'Entrecasteaux ne les croit pas naturellement vicieux; mais il regrette que leurs bonnes qualités soient obscurcies par une extrême cupidité. Ils usent de dissimulation, et emploient souvent la trahison pour se livrer avec sécurité au penchant irrésistible qu'ils ont

pour le vol. Ce ne sont pas, dit-il, des hommes féroces par caractère; néanmoins il paraît que les sentiments d'humanité leur sont inconnus. On avait été souvent obligé de les châtier et de punir leurs vols; jamais ils n'ont conservé le moindre ressentiment. Ils vivent sous un des plus agréables climats de la Terre, et habitent des îles fertiles, dont le sol les paie avec usure des soins qu'ils prennent de le cultiver.

Les premiers peuples que M. d'Entrecasteaux visita après son départ des îles des Amis, furent les féroces habitants de la Nouvelle-Calédonie, que j'ai dépeints en parlant de la relâche qu'il fit à Balade. Il partit de Balade pour aller reconnaître la partie orientale des récifs qui se prolongent dans le nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie; ensuite il contourna l'île de Santa-Cruz, dont on fit une carte exacte, et dont il fixa la position. Dès que ces opérations furent terminées, les frégates se dirigèrent sur les terres des Arsacides, dont la Pérouse devait reconnaître la côte occidentale. Les terres de Santa-Cruz sont assez élevées, et couvertes d'arbres d'un vert foncé, qui annonce une végétation très-forte. On vit dans les vallons plusieurs habitations vastes et commodes; mais les hommes qui y demeurent sont traîtres et méchants; ils attaquèrent les canots que l'on avait envoyés reconnaître la côte, sans que rien ait paru provoquer un pareil acte de violence.

La reconnaissance des terres des Arsacides a servi à lever les doutes que plusieurs géographes avaient formés sur l'existence des îles Salomon, et mérite de fixer un instant l'attention. On sait que depuis plus de deux siècles

il avait été impossible de retrouver les îles Salomon, découvertes en 1567 par Mendaña; les récits fabuleux que l'on avait faits sur leur richesse avaient engagé plusieurs géographes à révoquer en doute leur existence, et à les bannir des cartes. M. Buache est le premier qui ait entrepris de combattre cette opinion; dans un Mémoire qu'il présenta, en 1781, à l'Académie des Sciences, il prouva que la baie de Choiseul de M. de Bougainville et les terres des Arsacides de Surville, devaient être des parties de l'archipel découvert par Mendaña. M. de Fleurieu, qui avait adopté cette opinion, fut persuadé que les terres vues par le lieutenant Shortland en 1788, n'étaient que la partie occidentale du même archipel. La comparaison qu'il fit des découvertes des navigateurs modernes avec les descriptions des îles Salomon, que l'on trouve dans les historiens espagnols, le confirmèrent de plus en plus dans la même idée; et enfin il se détermina, en 1790, à faire imprimer les discussions savantes qui la constatent, dans l'ouvrage intitulé : *Découverte des Français dans le sud-est de la Nouvelle-Guinée.* Il était réservé à M. d'Entrecasteaux de vérifier les opinions de ses deux savants compatriotes, et de prouver l'identité des terres vues par M. de Bougainville, par Surville et par le lieutenant Shortland, avec les îles Salomon de Mendaña. Ce qui achève de constater ce point important de géographie, c'est la grande conformité qui existe entre le caractère des hommes que M. d'Entrecasteaux a vus dans cette partie de l'archipel, et la peinture que les Espagnols ont faite des habitants des îles Salomon.

Les frégates abandonnèrent les îles Salomon, lors-

qu'elles furent parvenues à environ 9° de latitude sud; ensuite elles visitèrent la partie septentrionale des terres de la Louisiade, découvertes par M. de Bougainville, et vérifièrent que ce n'est qu'un amas d'îles environnées de récifs, dont les plus grandes n'ont pas plus de dix lieues de longueur. La navigation y est très-dangereuse. On communiqua avec les habitants, qui ont paru méfiants et féroces; on a même cru avoir des preuves qu'ils étaient anthropophages.

Lorsque la reconnaissance de la Louisiade fut achevée, on visita la partie orientale de la Nouvelle-Guinée, et la côte septentrionale de la Nouvelle-Bretagne, depuis le détroit de Dampier jusqu'au cap Stephens. Le 9 juillet 1793, on fit route pour se rendre dans les Moluques. M. d'Entrecasteaux, qui depuis longtemps était atteint du scorbut, mourut le 20 juillet, de cette maladie. Il est impossible de ne pas être attendri en lisant le récit de sa mort : le continuateur de son voyage peint des couleurs les plus vraies la douleur qu'elle fit éprouver aux équipages des deux frégates; il fait ressortir ses grands talents et ses excellentes qualités, d'une manière bien propre à lui assurer une gloire durable et les hommages, non-seulement de ses compatriotes, mais encore des nations qui doivent jouir du fruit de ses travaux. L'expédition, après avoir fait une perte aussi grande, fit route pour aller à l'île de Java. On fit des cartes de toutes les côtes près desquelles les frégates passèrent, et on leva le plan de tous les ports où elles ont relâché. Le 27 octobre 1793, elles mouillèrent à Sourabaya, et c'est là que la campagne fut terminée.

M. de Rossel, ancien capitaine de vaisseau, qui a fait une partie de la campagne en qualité de capitaine de pavillon du contre-amiral d'Entrecasteaux, et qui a commandé après sa mort une des frégates de l'expédition, est l'habile officier qui a conservé les fruits de cette campagne et les a rapportés en France. Il a rédigé la relation du voyage d'après le journal de M. d'Entrecasteaux. Il avait fait la plus grande partie des observations astronomiques; et après les avoir toutes recalculées, il a cru devoir les donner, dans le plus grand détail, à la fin du second volume de son ouvrage. Il nous a procuré les moyens de vérifier les positions géographiques des lieux qui ont été placés sur les cartes, et nous á mis à portée de juger du degré de confiance que l'on doit leur accorder. M. de Rossel avait remarqué, au commencement de la campagne, que les observations faites en mer sont presque toujours affectées d'erreurs assez sensibles, pour influer sur les résultats. Il a réuni toutes les réflexions qu'il a faites sur cette matière, aussi neuve qu'utile, dans un ouvrage qui précède le recueil des observations. Il discute d'abord la nature de toutes les erreurs qui peuvent affecter les observations; ensuite il cherche à évaluer leur influence sur les résultats; enfin il donne des méthodes simples et nouvelles de diminuer cette influence. Dans une matière si délicate, qui fournissait une multitude d'objets qui méritaient plus ou moins d'entrer en considération, il n'a rien négligé de ce qui pouvait essentiellement tendre à donner à la détermination des positions géographiques, la perfection dont elle est susceptible.

Les cartes de l'atlas qui accompagnent le voyage, ont été gravées sur les dessins de M. Beautemps-Beaupré, qui est parvenu à donner à cette partie de l'ouvrage une exactitude, dont peut-être aucun de ceux qui ont employé les mêmes moyens que lui, n'ont pu jusqu'à présent approcher. Il a, le plus souvent, fait usage des relèvements astronomiques, dont le savant Borda s'est servi le premier. Mais la méthode qui est particulière à M. Beautemps-Beaupré, a le mérite d'une application plus facile et plus générale. On trouvera, dans l'Appendice qui est à la fin du premier volume, l'analyse de la carte de Santa-Cruz, dans laquelle se trouvent réunies la plupart de ses nouvelles méthodes pour combiner les relèvements astronomiques avec les relèvements faits à la boussole, ainsi que les procédés ingénieux qu'il a imaginés, soit pour corriger l'estime des routes, soit pour s'assurer de l'exactitude de toutes les parties de son travail.

L'Empereur avait ordonné la publication de ce voyage, et il en a agréé la dédicace. Rien n'a été négligé pour le rendre digne d'une protection aussi éclatante : la beauté de l'impression et le fini de la gravure des cartes qui composent l'atlas, font connaître la supériorité que nous avons acquise dans ce genre sur les nations avec qui nous avons depuis longtemps rivalisé.

## CHAPITRE II

### VOYAGE DE DÉCOUVERTES AUX TERRES AUSTRALES, EXÉCUTÉ PAR *le Géographe, le Naturaliste* ET *le Casuarina* [1]

Le voyage de découvertes aux Terres Australes, exécuté sur les corvettes *le Géographe, le Naturaliste* et la goëlette *le Casuarina,* en 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804, avait principalement pour objet la reconnaissance de la côte sud-ouest de la Nouvelle-Hollande, qui était alors presque entièrement inconnue.

Lorsque le gouvernement, sur la proposition de l'Institut, eut ordonné cette importante expédition, une commission composée de MM. Fleurieu, Lacépède, Laplace, Bougainville, Cuvier, Jussieu, Lelièvre, Camus et Langlès, fut chargée d'en tracer le plan, tant sous le rapport de la navigation que sous celui des recherches scientifiques, auxquelles devaient se livrer les habiles naturalistes que l'Institut avait honorés de sa confiance. Des contre-temps de tous les genres apportèrent de nombreuses modifications au projet primitif. Le scorbut et d'autres maladies moissonnèrent une grande partie des équipages, et c'est au milieu des plus cruelles privations que furent recueillis cette immense quantité d'échan-

1. Ce chapitre est la reproduction du Rapport fait en 1816 au Bureau des Longitudes, au nom d'une Commission composée de MM. Delambre, de Rossel, Biot, Arago, rapporteur, sur la partie géographique du Voyage de découvertes aux Terres Australes, rédigée par M. Louis de Freycinet, capitaine de frégate, etc., correspondant de l'Institut, et commandant du *Casuarina* pendant l'expédition.

tillons des trois règnes qui ne sont pas un des moindres ornements du Muséum d'histoire naturelle, et qu'ont été exécutées les opérations délicates qui devaient fixer la configuration et la place de ces côtes généralement stériles et escarpées, sur lesquelles tant de navigateurs ont déjà fait naufrage. Décrire ces opérations avec détail; exposer les méthodes d'observation et de calcul dont on s'est habituellement servi pour trouver les longitudes, soit par les distances lunaires, soit par les montres marines; donner la marche de ces instruments délicats entre les différentes relâches; en conclure les corrections minutieuses, et quelquefois si incertaines, qu'il faut appliquer aux longitudes purement chronométriques; indiquer les relèvements faits à terre ou à la voile; fournir en un mot, au lecteur, les moyens de porter un jugement motivé sur l'exactitude des différentes parties des nombreuses cartes dont se compose l'atlas de l'expédition: tel est le but que M. Louis de Freycinet s'est proposé dans l'ouvrage dont le Bureau des Longitudes nous a chargés de lui rendre compte.

Cet ouvrage est partagé en quatre Livres. Le premier porte le titre d'*Itinéraire*, et fait connaître l'ordre successif des opérations; le second comprend les descriptions nautiques et géographiques; le troisième est destiné à l'analyse des cartes; le quatrième, enfin, renferme les résultats généraux des observations; les mesures d'inclinaison et de déclinaison de l'aiguille aimantée; les remarques de différents genres qu'on a eu l'occasion de faire pendant le voyage, et les observations météorologiques journalières.

Les deux premiers bâtiments de l'expédition, *le Géographe*, corvette de 450 tonneaux, et la gabare *le Naturaliste*, parfaitement armés, pourvus d'approvisionnements abondants, montés par des équipages nombreux et choisis avec soin, partirent du Havre le 19 octobre 1800. Ils se dirigèrent d'abord sur Ténériffe, où ils devaient prendre du vin de campagne et quelques rafraîchissements. Après une relâche de onze jours, le 13 novembre, les deux bâtiments remirent à la voile et poursuivirent leur route vers l'Ile-de-France ; mais ils ne parvinrent à couper la ligne que le 12 du mois suivant, et par 23° 40' de longitude. Toutes les tentatives que fit M. Baudin, commandant de l'expédition, pour passer par 10 ou 12°, furent contrariées par les calmes, les courants et les vents variables qu'on rencontre presque toujours à l'entrée du golfe de Guinée. Le 3 février, on était en vue du cap de Bonne-Espérance, et l'on atteignit l'Ile-de-France le 15 mars, après 147 jours de navigation, ce qui donne une des plus longues traversées qu'on puisse avoir dans ce voyage. Ce retard qui eut sur les suites de l'expédition la plus funeste influence, puisque, dès l'origine, il força d'intervertir l'ordre que le gouvernement avait prescrit dans les opérations, paraît résulter de ce que le capitaine Baudin s'obstina à ranger de trop près la côte d'Afrique.

L'objet de la relâche à l'Ile-de-France était de remplacer les provisions consommées pendant la traversée. L'état de dénuement de la colonie, et quelques autres circonstances, ne permirent d'atteindre ce but que très-imparfaitement, et dès lors il fallut se préparer à des

privations multipliées. Plusieurs officiers, plusieurs savants, ayant éprouvé des dégoûts de la part du capitaine Baudin, abandonnèrent déjà l'expédition à l'Ile-de-France ; quarante des meilleurs matelots se dérobèrent, par la désertion, aux souffrances qu'ils ne prévoyaient que trop, et dont une grande partie de leurs camarades furent dans la suite les victimes.

Les corvettes partirent de la colonie le 25 avril 1801, et dirigèrent leur route vers la Nouvelle-Hollande. Le 27 du mois suivant, par 34° 20′ de latitude sud, on eut connaissance de la partie occidentale de ce continent qu'on appelle *la Terre de Leuwin.*

Cette terre présente un développement de côte de 116 lieues moyennes (517 kilomètres). Une portion seulement a été explorée. Vers le sud, elle n'est abordable nulle part, et semble très-stérile ; à peine aperçoit-on de temps à autre quelques arbres rabougris, et quelques broussailles qui contrastent avec le sable blanc du sol. En la longeant au nord, on découvrit une baie qui a 11 lieues de large et 5 lieues de profondeur, et qui est ouverte au nord-ouest. On lui donna le nom de *Baie du Géographe.* Une carte détaillée, la vingt-unième de l'atlas, présente sous un même point de vue les résultats de toutes les opérations qui furent exécutées sur cette côte dangereuse, depuis le cap Gosselin jusqu'à la rivière des Cygnes.

Les observateurs eurent souvent à se garantir du phénomène du mirage, très-fréquent, comme on sait, sur les terrains sablonneux. Dans les excursions à terre, on rencontra un très-petit nombre de sauvages ; leur na-

turel est très-farouche, leur teint un peu moins foncé que celui des Africains; ils ont les cheveux courts, unis et lisses. La mer, sur la côte de Leuwin, paraît renfermer un grand nombre de grosses baleines.

Une tempête violente du nord-ouest força les deux corvettes à quitter précipitamment la baie du Géographe, le 8 juin 1801, mais dans la nuit elles se séparèrent; le capitaine Hamelin fit voile avec *le Naturaliste*, pour l'île Rottnest, rendez-vous convenu. Le commandant alla relâcher dans la baie des Chiens-Marins, et partit de là après quinze jours, pour commencer l'exploration de la terre de Witt. On découvrit dans cette reconnaissance un grand nombre d'îles et d'îlots, et on détermina avec exactitude la position du cap nord-ouest de la Nouvelle-Hollande. La fatigue de l'équipage et les maladies qui commençaient à se manifester, rendant une relâche nécessaire, M. Baudin abandonna cette côte, le 14 août, et fit voile pour Timor où il jeta l'ancre dans la baie de Coupang, le 22 août 1801.

Lors du séjour du capitaine Hamelin à l'île Rottnest, M. Heirisson dressa le plan de la rivière des Cygnes, depuis son embouchure jusqu'à 20 lieues dans l'intérieur, pendant que MM. Louis de Freycinet et Faure déterminaient la position géographique d'un grand nombre d'îles plus ou moins éloignées du continent.

*Le Naturaliste* fit voile ensuite pour la baie des Chiens-Marins, où il arriva quatre jours seulement après le départ du *Géographe*. Des travaux importants furent encore exécutés ici par les deux observateurs que nous venons de nommer; des points nouveaux déterminés,

d'anciennes erreurs corrigées, et l'exploration de toute la partie méridionale de la vaste baie des Chiens-Marins, sont des fruits d'autant plus précieux du séjour que M. Hamelin fit dans ces parages, que la terre d'Endracht et celle d'Edels, offrent beaucoup de ressources aux navigateurs, et que le commerce pourrait y former des établissement très-lucratifs. La terre d'Edels, par exemple, quoique sablonneuse près de ses bords, est assez généralement fertile. On a rencontré à peu de distance de la côte, de vastes pâturages composés d'une herbe ressemblant au trèfle. L'intérieur paraît renfermer des arbres propres aux constructions navales. On y trouve beaucoup de kanguroos, de perroquets, de perruches, de corbeaux, de cygnes noirs, de perdrix, de damiers, etc. Les phoques y sont très-multipliés; il y en a qui pèsent au delà de 68 kilogrammes 1/2; leurs fourrures sont fines et bien fournies; leur graisse et même leur chair, n'ont aucun mauvais goût; on les tue d'autant plus aisément, que souvent ils s'avancent dans l'intérieur des forêts à de grandes distances. La mer est très-poissonneuse; sur quelques points, nos navigateurs rencontrèrent un nombre prodigieux de squales ou requins; quelques-uns d'entre eux avaient plus de 8 mètres de long et 6 mètres de circonférence : mais tel était surtout le nombre prodigieux de baleines qu'on apercevait sur la côte, dans les saisons convenables, que des centaines de navires pêcheurs eussent pu, en quelques semaines, y compléter leur chargement. Les sauvages existent en assez grand nombre sur les bords de la terre d'Edels. Quelques traces de pied humain, d'une grandeur extraor-

dinaire, pourraient faire soupçonner qu'il y a dans ces parages une race particulière de géants; quoi qu'il en soit, il est remarquable que 105 ans avant nos navigateurs, Vlaming avait fait une observation semblable.

En quittant la baie des Chiens-Marins, située sur la limite méridionale de la terre d'Endracht, *le Naturaliste* fit voile pour Timor, où il arriva le 21 septembre. Cette île, une des plus méridionales de l'archipel d'Asie, a 55 lieues environ de longueur; sa population se compose d'indigènes, de Malais, de Chinois, de Portugais et de Hollandais. Elle a été visitée par un grand nombre de navigateurs, et n'est cependant connue que très-imparfaitement. Une partie de la côte fut explorée pendant le voyage de d'Entrecasteaux, par M. Beautemps-Beaupré, avec son exactitude accoutumée. Les marins liront avec fruit la description circonstanciée que M. de Freycinet a donnée de la belle rade de Coupang; les détails intéressants dans lesquels il est entré sur les productions de cette île qui, à en juger par les paillettes qu'on ramasse dans le lit de plusieurs ruisseaux, doit renfermer dans son intérieur des mines d'or; sur les nombreuses espèces d'animaux qu'on y rencontre, et parmi lesquels on remarque d'énormes crocodiles de 6 à 8 mètres, qui infestent différents points de la rade de Coupang; un grand nombre de reptiles qui parviennent à des dimentions gigantesques, et qui généralement sont très-venimeux; une multitude prodigieuse de singes dont les indigènes aiment beaucoup la chair; des buffles, des cerfs et une espèce particulière de moutons, dont le caractère est d'avoir du poil au lieu de laine. Ce que l'au-

teur rapporte des pirogues à balancier que les Malais appellent *pros volans*, à cause de l'excessive vitesse de leur marche, est conforme au récit que lord Anson et d'autres habiles navigateurs ont fait de cette espèce singulière de bâtiments.

De nombreuses observations du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre ont été faites pendant les relâches à Timor ; elles confirment ce qu'on savait déjà de la petitesse des variations du premier de ces instruments entre les tropiques, et fourniront des données précieuses à ceux qui, suivant la direction nouvelle que d'habiles physiciens ont donnée à l'étude de la météorologie, cherchent à séparer les phénomènes généraux et propres à chaque climat, de ces variations accidentelles qui dépendent des circonstances locales, et dont il sera, par conséquent, très-difficile d'assigner les lois.

L'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée, et le phénomène des marées, avaient aussi fixé l'attention de M. Bernier, astronome de l'expédition. M. de Freycinet donne, dans des tableaux détaillés, les résultats de ces divers genres de mesures.

La position du fort *Concordia*, dans la rade de Coupang, a été déterminée par les observations réunies de MM. Bernier et Henri de Freycinet. La longitude résulte de 217 distances lunaires, tant orientales qu'occidentales, mesurées avec le cercle répétiteur à réflexion. Dans le calcul, on a tenu compte de l'erreur des Tables. Il existe peu de points dans l'archipel des Indes dont la position géographique se fonde sur un aussi grand nombre d'observations. Si l'on songe ensuite que pendant la longue

relâche de Timor, on détermina avec beaucoup de soin la marche diurne des garde-temps, on ne pourra s'empêcher d'avoir confiance dans les longitudes chronométriques qui, dans le voyage, ont été rapportées à celle de Coupang.

Après avoir renouvelé leurs provisions, les corvettes dont les équipages avaient déjà été beaucoup affaiblis par la dyssenterie, partirent de Timor le 13 novembre 1801, pour se rendre dans la partie la plus australe de la terre de Diémen ; deux mois après, elles étaient mouillées au canal de d'Entrecasteaux.

Les bornes dans lesquelles nous devons nous renfermer ne nous permettront pas de donner même un simple aperçu des travaux importants que MM. Bernier, Henri et Louis de Freycinet, Faure, Boulanger, etc., exécutèrent dans ces parages. Nous nous bornerons à dire qu'on y découvrit des ports, des rades, des rivières qui n'avaient jamais éte visités et dont on dressa les plans ; qu'on reconnut, par exemple, que la portion de terre qui, dans les cartes d'ailleurs si exactes de l'atlas de d'Entrecasteaux, est désignée par le nom de *l'île Tasman*, est une presqu'île qui tient à la grande terre, et que des erreurs graves que Furneaux avait laissé échapper relativement aux îles Schouten, furent reconnues et rectifiées.

C'est pendant la reconnaissance de la côte orientale que fut abandonné, d'une manière si inconcevable, par *le Géographe*, le canot dans lequel MM. Boulanger et Maurouard s'étaient embarqués pour explorer les terres qui s'étendent jusqu'au détroit de Banks, où par un

hasard heureux ils trouvèrent le brick anglais *le Harrington*, qui leur donna l'hospitalité.

*Le Géographe* commença le 28 mars la belle mais périlleuse reconnaissance de la côte sud-ouest de la Nouvelle-Hollande. Les nombreux et intéressants travaux qu'on exécuta dans cette circonstance, et qui sont dus en entier à MM. Bernier et Henri de Freycinet, conduisirent jusqu'au 8 mai, commencement de l'hivernage.

La violence des vents d'ouest, les brumes et surtout l'état de détresse de l'équipage, depuis longtemps atteint du plus affreux scorbut, rendaient une relâche indispensable; mais le commandant s'arrêta sans objet, pendant plus de quinze jours, sur la côte orientale de la terre de Diémen, et ne se détermina à faire route pour le port Jackson que lorsqu'on ne comptait plus à bord que quatre matelots valides : aussi n'atteignit-il ce refuge si vivement désiré qu'à l'aide des généreux secours que lui envoya M. King, gouverneur anglais de la colonie. Nous ne devons pas oublier de remarquer ici que ce fut pendant cette première reconnaissance de la côte sud-ouest, que *le Géographe* rencontra *l'Investigator*, capitaine Flinders, qui, comme les bâtiments français, naviguait pour créer ou perfectionner la géographie de ces régions lointaines.

Occupé de la recherche du *Géographe*, qu'il n'avait pas rencontré au rendez-vous convenu de l'île de Waterhouse, *le Naturaliste* parcourut le détroit de Bass, qui sépare la terre de Diémen de la Nouvelle-Hollande, fit reconnaître par ses embarcations tous les ports, tous les mouillages dans lesquels il espérait retrouver le com-

mandant, et, s'il n'atteignit pas ce but, recueillit au moins une foule de matériaux précieux pour la géographie de la partie la plus intéressante de ce détroit. Le manque de vivre força le capitaine Hamelin de faire voile pour le port Jackson, où il arriva le 25 avril. Le 18 du mois suivant, le capitaine Baudin n'étant pas encore parvenu dans cette colonie, *le Naturaliste* en partit et se dirigea vers le sud de la terre de Diémen; mais bientôt le scorbut et les rigueurs de l'hiver austral le déterminèrent à venir relâcher encore une fois au port Jackson, où enfin il rejoignit sa conserve.

Le séjour de l'expédition dans cette colonie dura cinq mois. On s'occupa pendant ce temps, des grandes réparations qu'exigeaient impérieusement les bâtiments, fatigués par une navigation non interrompue de plus de deux ans; on remplaça les vivres et autres munitions consommées, et on fit l'acquisition d'une goëlette de 30 pieds (10 mètres) de longueur (*le Casuarina*), avec laquelle on espérait compléter la reconnaisance de quelques parties de la côte dont on n'avait pas pu approcher d'assez près pendant les premières campagnes, à cause du fort tirant d'eau des deux corvettes.

Le chapitre que M. Louis de Freycinet a consacré à la description de la colonie anglaise du port Jackson, le seul établissement que les Européens aient encore formé sur le vaste continent de la Nouvelle-Hollande, doit également intéresser le navigateur, le naturaliste et l'homme d'État. Le premier recueillera avec soin les détails nautiques que cet officier a rassemblés sur Broken-Bay, qui borne la colonie au nord, et dans laquelle se jette la ri-

vière d'Hawkesburry; sur Botany-Bay, au sud, bassin trop vaste pour offrir en tous temps un refuge assuré aux bâtiments qui voudraient y séjourner, et sur le port Jackson, qui, par son étendue, la disposition de ses parties et sa commodité, forme peut-être le plus beau port de l'univers.

La ville de Sydney, capitale des colonies anglaises aux Terres Australes, est bâtie sur les revers de deux coteaux voisins, à l'une des extrémités du port Jackson; une carte, la trentième de l'atlas, offre le plan détaillé de cette ville. M. de Freycinet nous a conservé, dans des extraits de son Journal et ceux de ses compagnons de voyage, des renseignements curieux sur les productions du comté de Cumberland, qui, sans contredit, forme la partie la plus fertile des côtes de la Nouvelle-Hollande. L'auteur rapporte que dans le voisinage de la ville de Parramatta, sur les bords de l'Hawkesburry, le froment, par exemple, fournit, année commune, 50 pour 1. Le pays renferme d'immenses couches de charbon de terre placées à la surface du sol, et par conséquent d'une exploitation très-facile; aussi ce combustible était-il déjà en 1802 l'objet d'une exportation considérable pour le Bengale et le cap de Bonne-Espérance. Les minéralogistes de l'expédition trouvèrent une assez grande abondance de fer oxydé et de sel gemme; mais en 1802 la colonie, dans toute son étendue, n'avait pas encore offert le moindre vestige de pierre calcaire, et les colons étaient réduits à se servir, dans leurs constructions, de la chaux qu'ils obtenaient par la calcination des coquillages. La majeure partie des végétaux utiles de l'Europe et de l'Asie, et nos arbres

fruitiers prospèrent au port Jackson; la culture des cafiers et des cotonniers promettait d'heureux succès. En 1802, les cultivateurs du comté de Cumberland étaient persuadés que, dans peu d'années, l'Angleterre pourrait tirer de la Nouvelle-Hollande toute la laine nécessaire à ses fabriques. Ajoutons que le pays fournit plusieurs espèces de bois propres aux constructions navales, et parmi lesquels le casuarina paraît avoir une dureté égale à celle de nos chênes du nord.

La colonie de la Nouvelle-Galles du sud renfermait, en 1802, plus de 12,000 individus, parmi lesquels 370 seulement n'avaient pas été *convicts* (condamnés) et 3,170 avaient déjà recouvré leur liberté. Le reste de la population se composait d'enfants nés dans la colonie, et d'hommes et de femmes encore convicts. Les Anglais n'ont tiré jusqu'à présent aucun parti des naturels, et ceux-ci ne paraissent guère disposés à abandonner leurs anciennes habitudes, quoiqu'ils n'aient qu'une existence extrêmement misérable. L'usage veut, parmi ces sauvages, que les femmes se coupent les deux dernières phalanges du petit doigt de la main gauche, et que les hommes se fassent arracher une des dents de devant à la mâchoire supérieure.

A la fin du chapitre où j'ai puisé les détails précédents, M. de Freycinet a réuni les observations astronomiques, météorologiques et magnétiques qui furent faites pendant le séjour de l'expédition au port Jackson, par où l'on voit que la longitude de la ville a été déduite de 186 distances lunaires, tant orientales qu'occidentales.

L'auteur s'est aussi livré à une discussion intéressante

sur les avantages et les inconvénients que présentent, dans les différentes saisons de l'année, les trois routes qu'on peut suivre pour se rendre du port Jackson en Europe, soit qu'on se dirige à l'ouest après avoir doublé la terre de Diémen ou traversé le détroit de Bass; soit qu'on marche à l'est pour doubler le cap Horn; soit enfin qu'on suive la route du nord qui passe par l'archipel des îles Salomon.

L'expédition quitta le port Jackson le 18 novembre 1802 et fit route pour le détroit de Bass. Le 6 décembre, elle était au mouillage dans la baie des Éléphants, sur l'île King, où M. Bernier établit un observatoire pour la vérification des montres marines. Trois jours après, *le Naturaliste*, chargé des collections d'histoire naturelle rassemblées depuis le commencement de la campagne, appareilla pour se rendre en France, où il arriva le 7 juin. Le 7 décembre, *le Casuarina*, commandé par M. Louis de Freycinet, fut expédié pour faire l'importante géographie des îles Hunter, situées dans la partie nord-ouest de la terre de Diémen, pendant que *le Géographe* faisait reconnaître l'île King, où les Anglais avaient déjà établi des pêcheries lucratives. En quittant le détroit de Bass, les deux bâtiments se rendirent encore une fois sur la côte sud-ouest de la Nouvelle-Hollande, pour compléter ou rectifier les premiers travaux. Le peu de tirant d'eau du *Casuarina* permit à M. de Freycinet de se tenir plus près de terre qu'on n'avait pu le faire dans la première reconnaissance, et de recueillir par là une foule de nouveaux détails; le même motif le fit charger de l'examen des deux grands golfes que présente la côte sud-ouest, et dans

lesquels *le Géographe* n'avait pas suffisamment pénétré l'année précédente. C'est au retour d'une de ces hasardeuses expéditions que *le Casuarina* fut abandonné par le capitaine Baudin. Les calmes et les vents contraires n'ayant permis à M. de Freycinet d'atteindre le rendez-vous convenu qu'un jour trop tard, il trouva que *le Géographe* avait déjà appareillé. Pendant plusieurs heures, les deux bâtiments étant en vue, les manœuvres du commandant parurent avoir pour objet d'éviter sa conserve; et dans la nuit, la séparation fut consommée. Après bien des recherches et des tentatives inutiles, mais qui conduisirent néanmoins à plusieurs petites découvertes géographiques, M. de Freycinet se décida à faire route pour le port du Roi-George, situé à l'extrémité occidentale de la terre de Nuyts. Trois cents lieues le séparaient alors de ce point, le seul dans lequel on pût se procurer de l'eau, et il n'en restait à bord que pour quatre jours. Si l'on ajoute que la provision de biscuit était presque épuisée et que la franche-ferrure du gouvernail était rompue, on sentira tout le danger de la position du *Casuarina.* Telles étaient aussi les avaries de ce navire, qu'en arrivant au port du Roi-George, le 6 février, après la navigation la plus heureuse, il fallut l'échouer sur la plage. Quelques bouteilles d'eau seulement étaient à bord... *Le Géographe* jeta l'ancre dans ce port cinq jours après sa conserve.

Les deux bâtiments abandonnèrent ce mouillage vers le commencement de mars, et allèrent explorer la terre de Nuyts, celles de Leuwin et d'Edels, et la terre de Witt qui, en général, avaient été relevées à de trop grandes distances pendant la campagne précédente. On

prolongea ensuite l'archipel étendu qui avoisine la côte nord-ouest de la Nouvelle-Hollande, et peu de temps après, on interrompit les opérations pour aller relâcher une seconde fois à Timor.

En partant de cette île, les deux bâtiments se rendirent encore sur les côtes de la Nouvelle-Hollande, mais sans pouvoir y faire un travail suivi; la rigueur de la saison et la situation des équipages engagèrent bientôt le commandant à terminer ses opérations; M. Bernier qui y avait pris une part si active, venait de succomber sous le poids des fatigues; le commandant lui-même mourut un mois après son arrivée à l'Ile-de-France, où l'on désarma *le Casuarina*. *Le Géographe* quitta cette colonie le 16 décembre 1803, et jeta l'ancre dans le port de Lorient, le 25 mars 1804, après une absence de quarante-un mois et demi.

Tel est en raccourci l'itinéraire de cette expédition, pendant laquelle la corvette *le Géographe* a parcouru vingt-un mille lieues moyennes de France. Ici se placerait naturellement l'indication des découvertes qui ont été les fruits de tant de fatigues, si les bornes dans lesquelles nous devons nous renfermer, ne nous interdisaient pas de trop grands détails. L'ensemble de toutes les opérations est représenté dans 32 cartes très-belles. M. de Freycinet les a dessinées directement sur le cuivre, et par des procédés qui lui sont propres. Le chapitre dans lequel il décrit sa méthode, aussi bien que celui qui est relatif à la division des échelles, nous semblent très-dignes de l'attention des ingénieurs qui ont beaucoup de travaux de ce genre à exécuter.

Le Mémoire que M. Boulanger, l'un des ingénieurs-hydrographes de l'expédition, a donné sur la correction des longitudes déterminées pendant le voyage, prouve que rien n'a été négligé de ce qui pouvait ajouter à leur exactitude; car, autant que possible, les lieux de la Lune ont été corrigés par les observations correspondantes de Paris ou de Greenwich.

Nous avons vu plus haut que le capitaine Flinders, qui naguère a été enlevé aux sciences, explorait la côte sud-ouest de la Nouvelle-Hollande en même temps que nos marins. La comparaison des résultats qu'ils ont obtenus, pour les mêmes points, nous a semblé devoir présenter d'autant plus d'intérêt, que le capitaine Flinders était connu pour un des officiers les plus expérimentés de l'Angleterre. Il y a en général une grande conformité, non-seulement entre les latitudes, mais aussi entre les longitudes des cartes françaises et anglaises. L'accord plus parfait encore, s'il est possible, qu'on remarque entre les longitudes que donne M. de Freycinet et celles de d'Entrecasteaux qui passent à juste titre pour des modèles d'exactitude, montrerait aussi, s'il était nécessaire, que l'atlas du voyage aux Terres Australes est très-digne de la confiance des navigateurs. Notre intention, cependant, n'est pas d'affirmer que les nombreuses cartes dont cet atlas se compose, sont parfaites dans toutes leurs parties; il est au contraire présumable que dans des opérations qui n'ont pas toujours été faites dans les circonstances les plus favorables, qui appartiennent à divers observateurs, et qui, de plus, ont nécessité une multitude de calculs longs et minutieux, il

se sera glissé quelques inexactitudes; mais le soin qu'a eu M. de Freycinet de distinguer constamment, dans son ouvrage, ce qui est sûr de ce qui n'est que problématique, rendra ces erreurs, si elles existent, peu dangereuses. Le lecteur saura aussi très-bon gré à cet officier, de l'attention scrupuleuse avec laquelle il a rendu à chacun de ses collaborateurs la plus ample justice; partout il cite les sources où il a puisé, et l'on peut remarquer que ses recherches ont dû être d'autant plus pénibles, que l'astronome et plusieurs autres savants étaient morts pendant l'expédition, et avant de mettre la dernière main à la rédaction de leurs journaux.

Les détails dans lesquels nous sommes entrés, auront suffi pour faire sentir tout le mérite et l'importance de cette partie du voyage de découvertes aux Terres Australes; les travaux qu'elle a nécessités font d'autant plus d'honneur à M. Louis de Freycinet et aux autres savants qui y ont pris part, qu'en général ils les ont exécutés au milieu des plus cruelles privations.

Nous pensons que le Bureau des Longitudes doi applaudir au zèle et au savoir dont l'auteur a fait preuve en rassemblant tant de choses utiles à la géographie et aux progrès de la navigation, et en présentant dans le meilleur ordre ces précieux matériaux.

# TABLE

## DES DATES DES PRINCIPALES DÉCOUVERTES EN GÉOGRAPHIE

| | Années de J.-C. |
|---|---|
| L'ISLANDE, Naddodd, pirate scandinave | 861 |
| LE GROENLAND, Gunbiorn, Islandais, vers | 970 |
| LES CANARIES, des navigateurs génois et catalans | 1345 |
| Jean de Béthencourt en fait la conquête........ de 1401 à | 1405 |
| PORTO SANTO, Tristan Vaz et Zarco, Portugais | 1418 |
| MADÈRE, par les mêmes | 1419 |
| LE CAP BLANC, Nuno Tristan, Portugais | 1440 |
| LES AÇORES, Gonzalo Vello, Portugais | 1448 |
| LES ÎLES DU CAP VERT, Antoine Nolli, Génois | 1449 |
| TERRE-NEUVE, Costa Cortereal, Portugais | 1464 |
| LA CÔTE DE GUINÉE, Jean de Santaren et Pierre Escovar, Portugais | 1471 |
| LE CONGO, Diego Cam, Portugais | 1484 |
| LE CAP DE BONNE-ESPÉRANCE, Dias, Portugais | 1486 |
| L'AMÉRIQUE (île San-Salvador, dans la nuit du 11 au 12 octobre), Christophe Colomb | 1492 |
| LES ANTILLES, Christophe Colomb | 1493 |
| LES INDES (côtes orientales d'Afrique, côte de Malabar), Vasco de Gama | 1498 |
| AMÉRIQUE (côtes orientales), Ojéda, accompagné d'Améric Vespuce | [1] 1499 |
| RIVIÈRE DES AMAZONES, Vincent Pinçon | 1500 |
| LE BRÉSIL, Alvarès Cabral, Portugais | 1500 |
| LABRADOR et FLEUVE SAINT-LAURENT, Gaspard Cortereal | 1500 |
| ILE SAINTE-HÉLÈNE, Jean de Nova, Portugais | 1502 |
| L'ÎLE DE CEYLAN, Laurent Almeyda | 1506 |
| MADAGASCAR, Tristan de Cuna | 1506 |
| SUMATRA, Siqueyra, Portugais | 1508 |
| MALACA, Siqueyra, Portugais | 1508 |
| ILES DE LA SONDE, Abreu, Portugais | 1511 |
| MOLUQUES, Abreu, Serrano | 1511 |
| LA FLORIDE, Ponce de Léon, Espagnol | 1512 |
| LA MER DU SUD, Nugnez Balboa | 1513 |

1. Cette date est contestée et portée par quelques auteurs à 1497.

| | Années de J.-C. |
|---|---|
| Le Pérou, Perez de la Rua | 1515 |
| Rio Janeiro, Dias de Solis | 1516 |
| Rio de la Plata, le même | 1516 |
| La Chine, Fernand d'Andrada, Portugais | 1517 |
| Mexique, Fernand de Cordoue | 1518 |
| Mexique, Fernand Cortès, en fait la conquête | 1519 |
| Terre de Feu, Magellan | 1520 |
| Les îles des Ladrônes, Magellan | 1521 |
| Les Philippines, Magellan | 1521 |
| Amérique septentrionale, Jean Verazani | 1523 et 1524 |
| Pérou, Pizarre en fait la conquête | 1524 |
| La Bermude, Jean Bermudez, Espagnol | 1527 |
| La Nouvelle Guinée, André Vidaneta, Espagnol | 1528 |
| Côtes voisines d'Acapulco, par ordre de Cortès | 1534 |
| Le Canada, Jacques Cartier, Français | 1534 et 1535 |
| La Californie, Cortès | 1535 |
| Le Chili, Diego de Almagro | 1536 et 1537 |
| Acadie, Roberval, Français, s'établit à l'île Royale | 1541 |
| Camboje, Antonio Faria y Sousa, Fernand Mindez Pinto. | 1541 |
| Les îles Likeio, les mêmes | 1541 |
| Heinam, les mêmes | 1541 |
| Japon, Diego Jamoto et Christophe Borello, à l'O. | 1542 |
| Japon, Fernand Mindez Pinto, à l'E., au Bungo | 1542 |
| Cap Mendocino, à la Californie, Ruis Cabrillo | 1542 |
| Le Mississipi, Moscoso Alvarado | 1543 |
| Nouvelle-Zemble, Willoughby | 1553 |
| Mer Blanche, Chancellor | 1553 |
| Le détroit de Waigats, Steven Borrough | 1556 |
| Iles Salomon, Mendana | 1567 |
| Détroit de Frobisher, sir Martin Frobisher | 1576 |
| Détroit de Davis, John Davis | 1587 |
| Côtes du Chili dans la mer du Sud, Pedro Sarmiento | 1598 |
| Iles Malouines ou Falkland, Hawkins | 1594 |
| Marquises de Mendoça, Mandana | 1595 |
| Santa-Cruz, Mandana | 1595 |
| Spitzberg, Barentz | 1696 |
| Terres du Saint-Esprit de Quiros, Cyclades de Bougainville, nouvelles Hébrides de Cook | 1606 |
| Baie de Chesapeak, John Smith | 1607 |
| Québec, fondée par Samuel Champlain | 1608 |

| | Années de J.-C. |
|---|---|
| DÉTROIT DE HUDSON, Henri Hudson | 1610 |
| ILE DE JEAN MAYEN, Jean Mayen | 1611 |
| BAIE DE BAFFIN, Baffin | 1616 |
| CAP HORN, Jacob Lemaire | 1616 |
| TERRE DE DIEMEN, Abel Tasman | 1642 |
| NOUVELLE ZÉLANDE, le même | 1642 |
| ILES DES AMIS, le même | 1643 |
| ILES DES ÉTATS, au nord du Japon, de Uries | 1643 |
| NOUVELLE BRETAGNE, Dampier | 1700 |
| LE DÉTROIT DE BEHRING, Behring | 1728 |
| TAÏTI, Wallis | 1767 |
| ARCHIPEL DES NAVIGATEURS, Bougainville | 1768 |
| ARCHIPEL DE LA LOUISIADE, le même | 1768 |
| TERRE DE KERGUELEN OU DE DÉSOLATION | 1772 |
| LA NOUVELLE CALÉDONIE, Cook | 1774 |
| ILES SANDWICH, Cook | 1778 |

## SUR UN PROJET

## DE PERCEMENT DE L'ISTHME DE TÉHUANTÉPEC [1]

Le travail de M. Moro et de ses collaborateurs paraît avoir été fait avec tous les soins désirables, par les meilleures méthodes et avec d'excellents instruments.

Le projet de communication entre le golfe du Mexique et l'océan Pacifique, que ces ingénieurs ont étudié,

1. Rapport verbal fait à l'Académie des Sciences, dans la séance du 19 août 1844, sur un ouvrage espagnol adressé par Don Cayetano Moro, ingénieur, et intitulé : *Reconnaissance de l'isthme de Téhuantépec*, effectuée durant les années 1842 et 1843, par les soins de la commission scientifique nommée par Don José de Garay, concessionnaire du travail destiné à établir une communication entre les deux Océans.

aurait lieu à l'aide d'un canal à point de partage. A partir du golfe, on remonterait la rivière de Coalzacoalcos, dont le courant est peu rapide, car, dans une étendue de 258 kilomètres (65 lieues), sa chute ne dépasse pas 40 mètres. Près de l'océan Pacifique, on naviguerait dans des lacs naturels; le canal proprement dit occuperait une longueur d'environ 80 kilomètres (20 lieues).

En donnant au canal projeté les dimensions du canal Calédonien, M. Moro trouve qu'il coûterait, dans les hypothèses extrêmes, de 60 à 80 millions de francs.

Le point de partage étant à 360 mètres au-dessus du niveau de la mer, il faudrait, pour racheter cette différence de niveau, 120 écluses dans une supposition, et 116 dans une autre.

A Panama, la distance des deux océans est de 65 kilomètres (16 lieues). A Nicaragua, cette distance s'élève déjà à 150 kilomètres (38 lieues). A Téhuantépec, la largeur de l'isthme est de 200 kilomètres (50 lieues).

Ces chiffres semblent trancher la question contre Téhuantépec. Voici comment M. Moro combat cette première impression :

Vers Panama, on ne trouve, des deux côtés de l'isthme, aucun port digne de ce nom. Le pays est un des plus insalubres du globe. Le canal coûterait au moins 200 millions de francs. Dans la communication par Nicaragua, la rivière de San-Juan joue un rôle capital; or, cette rivière présente dans son cours plusieurs bancs de pierre dont l'extraction serait très-coûteuse. A 28 kilomètres de l'océan Pacifique existent des collines qui ne pourraient être franchies sans des travaux gigantesques. Le port de San-Juan

du Sud a des dimensions beaucoup trop restreintes; enfin la dépense serait de plus de 150 millions de francs.

La communication par l'isthme de Téhuantépec, notablement moins dispendieuse que les autres, aboutirait à deux ports excellents et facilement accessibles; elle traverserait d'ailleurs une contrée remarquablement salubre.

## SUR
## LA GÉOGRAPHIE ET LA TOPOGRAPHIE DU JAPON [1]

Il y a, dans ce moment, à Jeddo un observatoire bien fourni d'instruments construits en Europe. Un bureau du cadastre travaille à la carte de tout l'archipel. Les ingénieurs se servent sur le terrain de sextants à réflexion ; ils mesurent les montagnes avec le baromètre. M. de Siebold s'est procuré la carte, entièrement rédigée par des ingénieurs japonnais, du détroit qui sépare Niphon de l'île voisine. M. Krusenstern en a reconnu l'exactitude à l'aide de relèvements obtenus jadis par des officiers russes et non publiés. Dans plusieurs points, on fait très-régulièrement des observations météorologiques. Parmi les nombreuses cartes que M. de Siebold a rapportées, le public en remarquera une qui, à la circonstance déjà assez curieuse de se fonder sur un canevas trigonométrique dû à des astronomes japonais, jouit d'avoir été très-bien gravée par un artiste chinois.

1. Note publiée par M. Arago dans le compte rendu de la séance de l'Académie des Sciences du 12 octobre 1835, relativement à quelques faits que lui avait communiqués le célèbre voyageur Siebold, présent à la séance, sur les travaux s'exécutant au Japon.

## SUR LE VOYAGE DE M. DUMONT D'URVILLE[1]

Les journaux ont fait connaître l'itinéraire d'un nouveau voyage scientifique que M. le ministre de la marine a adopté. Ce voyage est mal conçu, suivant moi ; il ne pourrait amener que de fâcheux ou d'insignifiants résultats. Je ne veux pas, en cette circonstance, avoir à m'adresser à moi-même des reproches, hélas ! que j'ai trop mérités lors de l'expédition de M. de Blosseville.

Quand ce jeune officier partit pour les mers du Nord, on lui donna un bâtiment qui, évidemment, n'était pas propre à cette navigation ; c'était une ancienne canonnière rehaussée et en mauvais état.

Je savais combien les ressources d'un semblable équipement étaient disproportionnées avec les dangers de l'expédition ; je savais aussi combien les résultats incertains que l'on pouvait attendre répondaient mal à l'imminence de tels dangers.

J'avais annoncé à M. de Blosseville que je combattrais à la tribune le projet de ce voyage, que j'espérais faire ressortir de la discussion la nécessité d'ajourner l'entreprise, ou de la modifier en dirigeant le zèle de nos jeunes officiers vers des régions moins dangereuses à explorer. Je cédai à des sollicitations que je n'aurais pas dû écouter[2].

Le nouveau voyage projeté s'offre à moi avec les

1. Discours prononcé à la Chambre des députés, le 5 juin 1837.
2. Voir précédemment, page 367.

mêmes caractères. Eh bien, aujourd'hui, puisqu'il en est temps encore, je le dirai à cette tribune ; je signalerai les dangers sans but, sans utilité, que j'aurais dû faire toucher du doigt quand M. de Blosseville partit ; Dieu veuille que la nouvelle expédition n'ait pas la même fin !

Après avoir parcouru rapidement l'océan Atlantique, les bâtiments de M. d'Urville doivent essayer de franchir les glaces antarctiques ; M. d'Urville traversera ensuite le détroit de Magellan ; plus tard il prolongera toute la bande des îles Ducie, Pitcairn, Gambier, Rapa, Rouroutou, etc. Le voilà ensuite faisant la géographie des îles Viti, des îles Banks, des îles Salomon, peut-être du détroit de Torrès, certainement du détroit de Cook qui partage en deux la Nouvelle-Zélande.

On ira à Bornéo, à Java, dans quelques autres îles, et on reviendra en Europe par le cap de Bonne-Espérance.

Quelles sont d'abord les chances de découvertes dans un voyage vers le pôle sud ? que va-t-on y chercher ?

Les Anglais, me dira-t-on, n'ont-ils pas fait des voyages vers le pôle nord ? Sans doute ; mais il y avait là une question commerciale et une question scientifique importantes. En cherchant s'il existait une communication entre la baie de Baffin et le détroit de Behring, on voulait savoir si on ne pouvait pas aller en Chine par le nord. Les glaces, disaient quelques sceptiques, seront toujours un obstacle insurmontable ; mais les glaces sont changeantes, mais elles éprouvent d'immenses débâcles. La côte orientale du Groenland fut longtemps bloquée ; dans ces derniers temps, elle était abordable. Les Anglais pouvaient donc supposer que la communication

entre la baie de Baffin et le détroit de Behring se trouverait être libre de temps à autre; qu'à ces époques on irait en Chine dans un temps fort court. Il y avait là, je le répète, commercialement parlant, un important problème.

Sous le point de vue scientifique, les voyages ont eu de l'utilité; mais comment? c'est parce qu'on a séjourné, parce qu'on est resté des années entières dans les mêmes régions. Les observations du capitaine Franklin, du capitaine Parry, du capitaine Back, celles du capitaine Ross, ont éclairci plusieurs questions curieuses de physique terrestre.

Pourrait-il en être de même dans l'expédition projetée? Aucunement; M. d'Urville va voir si dans les mers du Sud il existe une veine d'eau par laquelle il puisse s'approcher du pôle. Je suppose qu'il trouve cette veine, je suppose même qu'il arrive au pôle; qu'en résultera-t-il? J'ai été officiellement chargé de lui signaler les observations qu'il pourrait faire dans ces parages. Je me suis entouré de personnes éclairées, et je n'ai pas trouvé une seule indication à lui donner.

M. d'Urville n'essaie pas certainement d'atteindre le pôle pour s'assurer seulement qu'il y a un jour et une nuit de six mois; cela se sait parfaitement sans qu'il soit nécessaire de nous déplacer. S'il y va, il pourra dire qu'il y a été, et voilà tout. Pour moi, je n'entrevois pas d'autre résultat. C'est donc un voyage de pure curiosité; les gens sensés n'entreprennent pas des voyages dangereux, quand il n'y a rien à en attendre pour les sciences ni pour le commerce.

Je lisais ces jours derniers dans un recueil anglais la relation d'une montagne conique et isolée de l'Ile-de-France, nommée *le Peter-Botte*. Les Français, longtemps maîtres de l'île, avaient vu que le Peter-Botte ne méritait pas d'être gravi, et ils s'étaient abstenus. A mon avis, c'était une preuve de bon sens. Trois officiers anglais en ont jugé autrement.

En 1832, après de grands efforts, ils ont atteint le sommet. Qu'y ont-ils fait, je vous prie? Ils ont aperçu les feux de quelques sucreries; ils ont lancé une fusée; ils ont planté le pavillon britannique; ils ont bu une bouteille de vin en l'honneur du roi d'Angleterre; ils se sont couchés enveloppés dans des draps de lit; ils ont eu froid, ils n'ont pas pu se réchauffer avec du rhum; le matin ils sont descendus pour dire à tout venant, dans la ville du Port-Louis, qu'ils avaient mieux grimpé qu'aucun Français ne l'avait fait avant eux!

Eh bien, je ne leur envie pas cette gloire; je ne suis pas plus jaloux que je ne m'apitoie sur le triste sort de celui de leurs compatriotes qui, ayant gravi un des sommets les plus élevés de l'Hymalaya, eut le déplaisir, au moment où il se complaisait dans la pensée d'être parvenu là où nul mortel n'avait été avant lui, en mettant la main dans une fente de rocher, d'y trouver une carte de visite qu'un autre voyageur y avait laissée.

Je le répète, sous le rapport de la science, le voyage ne mérite pas d'être entrepris. On vous parlera de commerce, de pêche; on vous dira que les baleines se réfugient dans ces régions; que c'est là que les pêcheurs américains vont déjà les chercher. Eh bien, cela même

n'est pas exact; ce ne sont pas les baleiniers qui s'approchent du pôle sud; ce sont les pêcheurs qui font le commerce des peaux. Ce qui n'est pas encore arrivé se réalisera peut-être plus tard.

C'est dans cette prévision que les Américains du Nord se disposent à envoyer une expédition *ad hoc* pour examiner tous les lieux où les baleines pourront se réfugier. Pour eux l'intérêt de cette recherche est immense. Aussi, ne reculeront-ils devant aucune dépense; aussi y consacreront-ils des mois, et au besoin des années entières. Se diriger vers le même but avec de moindres ressources, ce serait marcher à un insuccès là où nos compétiteurs réussiront.

J'exprimais tout à l'heure ma répugnance pour les voyages de simple curiosité; eh bien, même dans un pareil voyage, je ne voudrais pas que nous fussions battus; or, dans la tentative projetée, c'est ce qui nous attend inévitablement, parce que les bâtiments de M. d'Urville ne sont pas construits pour ce genre de navigation, parce que la pointe vers le pôle n'est qu'un épisode dans un grand voyage. Devant la première difficulté M. d'Urville rebroussera chemin pour aller remplir l'autre partie de sa mission dans les mers équatoriales, et il fera sagement. S'il persistait, au contraire, à cause de l'importance que l'on semble attacher au succès, à en juger du moins par les primes promises aux matelots; si M. d'Urville s'engage au delà des premiers obstacles, vous seriez, je ne crains pas de le dire, forcés de voter l'année prochaine des fonds pour aller le chercher.

J'ai avancé que les Américains avaient un plus grand

intérêt que nous à tenter des recherches vers le pôle antarctique. Quelques mots montreront si je me suis trop avancé.

En 1827, le gouvernement américain ayant voulu s'assurer de l'extension qu'avait reçue la pêche de la baleine, chargea un commissaire du gouvernement, M. Reynalds, de parcourir tous les ports d'où partent les baleiniers. Il trouva que le nombre des navires armés par les États-Unis d'Amérique était de 200 ; que le tonnage moyen de ces navires était de 270 tonneaux : il reconnut que la durée moyenne du voyage était de vingt-neuf mois ; que chaque navire rapportait 1,700 barriques d'huile, et avait besoin de 90 baleines pour sa cargaison complète ; que, chaque année, les pêcheurs américains prenaient ainsi 8,000 baleines. Ce n'est pas tout encore, deux autres mille échappent après avoir été blessées à mort, ce qui porte à 10,000 le nombre total des baleines détruites chaque année. A ce train-là, le commerce de la baleine n'occupera pas longtemps les navigateurs.

En 1836, le gouvernement américain a fait chercher de nouveau quel était l'état de ce commerce. Des documents officiels ont prouvé que le nombre de bâtiments baleiniers américains était alors de 460, leur tonnage moyen s'était élevé à 375 tonneaux. Le tonnage total était donc de 172,500 tonneaux. C'était le dixième du tonnage total de la marine marchande américaine. Le prix moyen d'un bâtiment baleinier est de 200,000 fr. ; la valeur totale de l'escadre baleinière était donc de 92 millions de francs, et le capital engagé dans ce commerce, de 300 millions de francs.

En présence de pareils résultats, les Américains n'hésiteront pas à envoyer vers le pôle sud des bâtiments très-forts, construits exprès et qui se livreront avec constance à toutes les tentatives nécessaires. Au lieu de cela, nous envoyons, nous, un bâtiment frêle, dont l'excursion au pôle ne sera, je le répète, qu'un épisode dans une autre expédition.

J'espère avoir prouvé que le voyage vers le pôle sud n'a pas d'utilité. Le voyage équatorial en a-t-il davantage? Je ne le crois pas. Est-il entrepris dans l'intérêt de la pêche de la baleine? L'itinéraire aurait été tracé sans discernement. Parle-t-on de science? Eh bien, je regrette de le dire, si l'on s'était proposé d'indiquer où *l'Astrolabe* devait aller pour n'avoir la chance d'aucune découverte, je crois qu'on se serait très-peu écarté de l'itinéraire prescrit pour M. d'Urville.

On va, dit-on, faire, en passant, la géographie du détroit de Magellan. Les Anglais n'y ont-ils donc pas envoyé des officiers qui y sont restés deux ans? Qu'ajoutera-t-on à leur travail en passant?

Veut-on faire la géographie du détroit de Torrès et celle du détroit de Cook? Mais les Anglais pensent à ce travail; et ils enverront du port Jackson des expéditions dont les moyens d'exploration seront bien supérieurs à ceux de nos marins déjà fatigués par leurs courses!

Qu'espérez-vous donc obtenir contre une pareille concurrence? Voulez-vous renouveler les discussions irritantes des capitaines Flinders et Baudin. Avec les moyens qui ont été mis à la disposition de M. d'Urville, et surtout avec le personnel que dans la discussion, je n'ai jamais

entendu attaquer, il aurait été facile de faire un voyage fructueux pour la science et la gloire du pays. Au lieu de cela, on entreprend des expéditions à l'aventure, et l'on va dans des lieux où il n'y a aucune instruction réelle à recueillir. Si l'on me disait d'indiquer des recherches géologiques à un voyageur qui partirait pour la Beauce, je lui conseillerais de passer les yeux fermés. Eh bien, je pourrais à peu près donner les mêmes conseils à M. d'Urville dans l'itinéraire qu'on lui a tracé.

Voici encore une circonstance très-grave. L'expédition a été décidée tout à coup; elle quittera la France avant que les instruments qu'elle emporte aient été essayés. M. d'Urville est déjà parti pour Toulon; les officiers qui doivent l'accompagner partiront dans quelques jours, et les instruments sont encore dans les mains des artistes; on les emballera pour Toulon avant qu'ils aient été éprouvés. La campagne manquera donc peut-être, non à cause du défaut d'habileté des officiers, mais parce que les instruments ne peuvent servir qu'après l'essai. Dans son premier voyage, M. d'Urville avait pour coopérateur M. Lottin, officier très-capable, plein de zèle, et tout dévoué à la science. M. Lottin fit jour et nuit une multitude d'observations magnétiques. Ce grand travail est perdu; il serait impossible d'en tirer aucun parti; les les instruments n'avaient pas été suffisamment essayés avant le départ.

La nouvelle expédition va quitter la France dans des circonstances toutes pareilles; craignez que les résultats ne soient semblables. Lorsque vous voudrez, à l'avenir, entreprendre un voyage de découvertes, adressez-vous

donc à l'Académie des Sciences, elle vous donnera certainement un itinéraire convenable. Vous changerez, vous modifierez cet itinéraire tant que vous le voudrez d'après d'autres exigences; mais certainement vous en tirerez quelque fruit; que si vous persistez, au contraire, à mettre la charrue devant les bœufs, comme il arrive maintenant, vous courez le risque de ne faire que des voyages infructueux.

## NÉCESSITÉ
## D'UN OBSERVATOIRE NAUTIQUE AU HAVRE [1]

Notre marine commerciale est depuis quelque temps en décadence. Cet état fâcheux tient à un très-grand nombre de causes. Je ne veux en indiquer qu'une; le remède me paraît facile.

L'emploi des méthodes scientifiques dans la marine marchande doit avoir une certaine influence sur l'économie de nos relations commerciales avec l'étranger.

Un bâtiment qui n'est pas pourvu des moyens que la science, que les astronomes, que les artistes ont créés, navigue à l'aventure; il fait souvent fausse route; ses voyages sont longs et dispendieux. Or, c'est par ses dépenses trop considérables que notre navigation est, dit-on, au-dessous des navigations étrangères.

Je reconnais avec plaisir que les capitaines au long cours font tous les efforts possibles pour se mettre à la hauteur des connaissances d'astronomie nautique perfec-

1. Discours prononcé à la Chambre des députés, le 15 juillet 1839.

entendu attaquer, il aurait été facile de faire un voyage fructueux pour la science et la gloire du pays. Au lieu de cela, on entreprend des expéditions à l'aventure, et l'on va dans des lieux où il n'y a aucune instruction réelle à recueillir. Si l'on me disait d'indiquer des recherches géologiques à un voyageur qui partirait pour la Beauce, je lui conseillerais de passer les yeux fermés. Eh bien, je pourrais à peu près donner les mêmes conseils à M. d'Urville dans l'itinéraire qu'on lui a tracé.

Voici encore une circonstance très-grave. L'expédition a été décidée tout à coup; elle quittera la France avant que les instruments qu'elle emporte aient été essayés. M. d'Urville est déjà parti pour Toulon; les officiers qui doivent l'accompagner partiront dans quelques jours, et les instruments sont encore dans les mains des artistes; on les emballera pour Toulon avant qu'ils aient été éprouvés. La campagne manquera donc peut-être, non à cause du défaut d'habileté des officiers, mais parce que les instruments ne peuvent servir qu'après l'essai. Dans son premier voyage, M. d'Urville avait pour coopérateur M. Lottin, officier très-capable, plein de zèle, et tout dévoué à la science. M. Lottin fit jour et nuit une multitude d'observations magnétiques. Ce grand travail est perdu; il serait impossible d'en tirer aucun parti; les les instruments n'avaient pas été suffisamment essayés avant le départ.

La nouvelle expédition va quitter la France dans des circonstances toutes pareilles; craignez que les résultats ne soient semblables. Lorsque vous voudrez, à l'avenir, entreprendre un voyage de découvertes, adressez-vous

donc à l'Académie des Sciences, elle vous donnera certainement un itinéraire convenable. Vous changerez, vous modifierez cet itinéraire tant que vous le voudrez d'après d'autres exigences ; mais certainement vous en tirerez quelque fruit; que si vous persistez, au contraire, à mettre la charrue devant les bœufs, comme il arrive maintenant, vous courez le risque de ne faire que des voyages infructueux.

## NÉCESSITÉ

## D'UN OBSERVATOIRE NAUTIQUE AU HAVRE [1]

Notre marine commerciale est depuis quelque temps en décadence. Cet état fâcheux tient à un très-grand nombre de causes. Je ne veux en indiquer qu'une; le remède me paraît facile.

L'emploi des méthodes scientifiques dans la marine marchande doit avoir une certaine influence sur l'économie de nos relations commerciales avec l'étranger.

Un bâtiment qui n'est pas pourvu des moyens que la science, que les astronomes, que les artistes ont créés, navigue à l'aventure; il fait souvent fausse route; ses voyages sont longs et dispendieux. Or, c'est par ses dépenses trop considérables que notre navigation est, dit-on, au-dessous des navigations étrangères.

Je reconnais avec plaisir que les capitaines au long cours font tous les efforts possibles pour se mettre à la hauteur des connaissances d'astronomie nautique perfec-

1. Discours prononcé à la Chambre des députés, le 15 juillet 1839.

sible, je m'en suis assuré, d'établir cet observatoire nautique dans un des bastions du Havre. Ainsi, le terrain ne coûterait rien. Ce qu'il faudrait, au reste, serait un simple rez-de-chaussée avec des colonnes solidement établies pour porter les tourillons de la lunette méridienne, et une terrasse plate.

Il y a un observatoire à Marseille, mais il n'y en a pas à Nantes et à Bordeaux, et des observatoires nautiques seraient utiles dans ces deux villes comme au Havre.

## SUR LA PUBLICATION DES VOYAGES SCIENTIFIQUES [1]

Je vois dans un des chapitres du budget de la marine une allocation destinée à la publication des voyages. Je ne conteste pas la nécessité de cette allocation ; je la voterai de grand cœur. La plupart des travaux qu'ont apportés les voyageurs envoyés par la marine dans toutes les parties du globe, ont passé sous mes yeux en manuscrit; je suis certain qu'ils feront honneur au pays, qu'ils rendront de vrais services à l'art nautique et à la science. Je dois cependant avertir M. l'amiral Duperré que le mode de publication qu'on a adopté dans le ministère qu'il dirige devrait être modifié. La marine fait paraître ses ouvrages par livraisons. Ces livraisons se succèdent à des intervalles très-éloignés. De là est résulté que les découvertes de nos voyageurs dans les différents points

1. Observations présentées à la Chambre des députés, le 18 juillet 1839.

de la Terre leur ont été quelquefois enlevées par des publications plus rapides des pays voisins.

Nos publications à long terme, des publications qui durent quelquefois, pour un seul ouvrage, dix, douze, je pourrais même dire vingt ans, sont peu utiles. Il me semble qu'il vaudrait mieux porter toutes les ressources financières, d'abord sur un voyage, ensuite sur un second, et toujours ainsi. Je le déclare, d'après ma propre expérience, les voyages qui paraissent par livraisons, par parties écourtées, ne sont pas lus, ne sont pas étudiés.

J'adresserai une seconde demande à M. le ministre de la marine sur un point qui intéresse l'art nautique et les sciences.

Je crois qu'il était statué par d'anciens règlements de la marine, que les navigateurs, toutes les fois qu'ils reviendraient d'un voyage scientifique ou militaire, déposeraient leurs journaux de bord au dépôt des plans et cartes. Cela ne s'exécute pas. Il en résulte, il devait inévitablement en résulter que ces journaux ne sont pas tenus avec tout le soin, avec tout le détail, avec toute la précision désirables; que la science et l'art nautique ne recueillent pas les fruits qu'ils avaient droit d'attendre de l'habileté de nos officiers.

La navigation de la Méditerranée n'est, à vrai dire, qu'une navigation de cabotage. Lorsqu'on perd une terre de vue, une autre terre apparaît presque aussitôt. Là des journaux de bord détaillés, minutieux, paraissent superflus; là les officiers peuvent se croire dispensés de se servir souvent des chronomètres, des instruments à réflexion que la Chambre, avec une libéralité infinie, a mis

entre leurs mains ; mais ces mêmes officiers peuvent être appelés à faire les plus longs voyages, et le mauvais pli sera pris.

Je demande donc que M. le ministre de la marine fasse exécuter strictement l'ancien règlement que j'ai cité ; qu'il impose à tous les commandants l'obligation d'envoyer leur journal de bord au dépôt des plans et cartes. La marine, la science et les officiers eux-mêmes y gagneront beaucoup.

# NOTES

## SUR QUELQUES RÉSULTATS OBTENUS PENDANT LE VOYAGE DU CAPITAINE BÉRARD A LA NOUVELLE-ZÉLANDE [1]

---

M. le capitaine de vaisseau Bérard, commandant les établissements français de la Nouvelle-Zélande, est parti de Toulon sur la corvette *le Rhin*, le 16 août 1842; son retour a eu lieu le 29 août 1846.

### I. — Température de la pluie.

Nous avons recommandé aux navigateurs dans nos instructions sur les questions à résoudre pendant les voyages scientifiques [2], de déterminer en mer, aussi bien que possible, la température de la pluie. Nos vœux n'ont été entendus que du capitaine, actuellement contre-amiral Bérard. Ses observations, tout incomplètes qu'elles sont, conduisent déjà aux résultats météorologiques les plus curieux. Ainsi, il est arrivé souvent que la température de la pluie surpassait de 2 à 3 degrés la température de l'air, sur le bâtiment. Ce fait bien constaté conduirait, sur les causes de la formation de la pluie et sur la distribution de la chaleur dans l'atmosphère, à des conséquences importantes que tout le monde apercevra au premier coup d'œil. Nous ne saurions donc assez recom-

1. Œuvre posthume.
2. Voir page 20 de ce volume.

mander aux navigateurs de s'occuper de ce genre d'observations, et de leur donner toute l'exactitude désirable. M. Bérard s'était servi pour recueillir la pluie, d'un seau en bois de 35 centimètres de diamètre à l'ouverture supérieure et de 45 centimètres au fond. Ce vase, exposé sur la dunette, recevait l'eau de pluie dont on prenait la température avec un thermomètre ordinaire, en même temps qu'un second thermomètre donnait la température de l'air. C'est ainsi que le 4 avril 1843, à Akaroa, on a trouvé la température de la pluie de 1°.9 supérieure à la température de l'air. C'est ainsi encore que le 20 janvier 1844, dans la même localité, pendant la nuit et par un temps calme et brumeux, on a trouvé une différence dans le même sens égale à 2°.7. Par le même procédé, à Tahiti, le 23 décembre 1844, on a trouvé pour la température de la pluie 28°.5, et pour la température correspondante de l'air 26°.1, différence 2°.4.

La plus grande différence que M. Bérard ait trouvée entre la température de la pluie et la température de l'air lorsque la seconde surpassait la première, a été de 5°.5. On comprendra, sans qu'il soit besoin de l'expliquer longuement, tout ce qu'il y aurait d'intérêt à connaître la hauteur des nuages d'où la pluie se détache, hauteur qui ne peut guère être déterminée que dans des temps orageux, par la mesure de l'intervalle compris entre le moment où l'éclair se montre et celui où le tonnerre se fait entendre. Il serait sans doute difficile de connaître, même dans ce cas, la température de la goutte de pluie à l'origine, ou quand elle se détache du nuage, puisqu'on ne sait pas suivant quelle loi elle augmente de volume et

s'approprie la température des couches atmosphériques qu'elle traverse. Néanmoins des observations sur la température finale, ou à l'arrivée dans l'udomètre, seront d'un grand intérêt.

### II. — Température à l'ombre et au Soleil.

Ces observations doivent particulièrement être recommandées aux navigateurs. On trouve dans les registres originaux de M. le capitaine Bérard, de nombreuses déterminations de température obtenues simultanément au soleil avec deux thermomètres dont les boules étaient l'une noircie et l'autre blanche, et avec un troisième thermomètre à boule vitreuse exposé à l'ombre. Ces observations conduisent à la conséquence singulière et qui mérite bien d'être vérifiée, que la puissance échauffante des rayons solaires serait notablement plus forte sous les tropiques, à Akaroa par exemple, que dans le voisinage de l'équateur. Un tel résultat intéresse trop la météorologie pour ne pas mériter d'être vérifié. Il sera bon de rechercher quelle influence le voisinage de la mer peut avoir sur ce genre d'observations, et d'y employer des instruments comparables.

### III. — Rayonnement nocturne.

Les observations sur l'intensité du rayonnement nocturne sont la suite et le complément des observations sur le rayonnement solaire dont nous venons de parler.

Les observations faites à Akaroa, par M. le capitaine

Bérard, avec des thermomètres dont les boules correspondaient verticalement à la surface d'un tronc d'arbre d'environ 30 centimètres de diamètre et coupé à 1 mètre du sol, ont conduit à ce résultat, que les thermomètres à boule noire et à boule blanche marquaient presque le même degré. Quant au thermomètre enveloppé de duvet de cygne, il a marqué dans les nuits sereines des divers mois de l'année des températures différant de 5 degrés des précédents.

Les observations faites récemment par M. Melloni ont montré la nécessité de refaire ce genre d'expériences, en ayant soin de placer les boules des thermomètres complétement isolées, c'est-à-dire dans une position où elles ne répondent plus à un écran inférieur.

### IV. — Halos.

M. Bérard a mesuré les rayons d'un grand nombre de halos, afin de voir si, comme on l'avait annoncé, ces phénomènes ont quelquefois une forme elliptique. Il rapporte qu'il les a tous vus circulaires, du moins jusqu'à la précision de cinq minutes de degré; M. Bérard ne croit pas pouvoir répondre de plus de précision. Voici les rayons de ces divers halos comptés à partir du centre du Soleil et de la Lune, jusqu'au bord intérieur du phénomène.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1842. | 13 oct. 7h 1/2 soir. | Bahia. | Rayon d'un halo lunaire. | 22° | 30′ |
| 1843. | 9 av. 8h soir. | Akaroa. | Rayon d'un halo lunaire. | 21 | 15 |
| 1844. | 27 sept. 10h soir. | Latit. 34° 33′ S. Long. 135 16 O. | Rayon d'un halo lunaire. | 23 | 0 |
| 1845. | 24 juillet. 1h matin. | Latit. 0 58 N. Long. 179 31 E. | Rayon d'un halo lunaire. | 22 | 30 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | 12 août. 10h soir. | Latit. Long. | 5 171 | 42 28 | N. E. | Rayon d'un halo lunaire. | 23° 5′ |
| — | 17 août. 7h15′soir. | Latit. Long. | 6 169 | 9 27 | N. E. | Rayon d'un halo lunaire. | 22 40 |
| — | 11 sept. midi. | Latit. Long. | 4 172 | 3 58 | S. E. | Rayon d'un halo solaire. | 22 31 |
| — | 11 sept. 8h soir. | Latit. Long. | 4 172 | 3 58 | S. E. | Rayon d'un halo lunaire. | 21 20 |
| — | 19 sept. 10h soir. | Latit. Long. | 10 170 | 43 24 | S. E. | Rayon d'un halo lunaire. | 22 16 |
| 1846. | 12 janv. 10h soir. | Latit. Long. | 33 148 | 50 54 | S. E. | Rayon d'un halo lunaire. | 22 45 |
| — | 5 juin. 10h soir. | Latit. Long. | 26 11 | 23 0 | S. O. | Rayon d'un halo lunaire. | 22 43 |

Quelle peut être la cause d'une différence aussi considérable (1° 50′) entre ces divers rayons? Serait-ce que les angles des cristaux de glace suspendus dans l'atmosphère n'ont pas exactement la couleur que les cristallographes supposent? Quelle peut être, à cet égard, les angles étant supposés constants, l'influence des températures diverses de ces cristaux sur la valeur de la réfraction maximum? Il faut espérer que des observations ultérieures permettront de lever ces doutes.

### V. — Transparence de la mer.

On a très-peu d'observations exactes de la transparence de la mer; nous ne devons pas négliger de consigner ici un résultat obtenu par M. Bérard; nous regrettons seulement de ne pas savoir l'heure de l'observation ni l'état du ciel. Le 16 juillet 1845, pendant la traversée de l'île Wallis aux Mulgraves, une assiette de porcelaine

placée dans un filet fut aperçue à 40 mètres de profondeur.

### VI. — Couleur de la mer.

Cette question sur laquelle on a tant écrit est loin d'être complétement élucidée. Nous consignerons donc ici les résultats que M. Bérard a recueillis dans sa campagne de 1842 à 1846.

Il arrive presque toujours que la mer change de couleur à l'approche des côtes. On estime, terme moyen, que c'est à 15 milles de distance (7 lieues) que le changement s'opère. En pleine mer, la couleur de l'eau a semblé décidément bleue; on l'a trouvée d'un vert olive en approchant des côtes de la Tasmanie, de la Nouvelle-Zélande et du Chili, près de Valparaiso.

Sur les côtes du Chili ce vert est quelquefois si intense, que la mer paraît presque noire. Il est des parages, ceux particulièrement dans lesquels les madrépores abondent, où leur couleur jaune influe sur la couleur générale de la mer. Alors elle paraît vert clair. Il est d'autant plus naturel d'admettre cette influence du fond, que dans les parages en question la mer est très-transparente.

Pendant les calmes de l'été, dans la rade d'Akaroa, on a vu souvent à la surface de la mer, de larges bandes jaunes occasionnées par une quantité innombrable de petits mollusques. Aux environs de la Nouvelle-Zélande, on aperçoit souvent des colorations rouges occasionnées par des animalcules que les pêcheurs appellent très-improprement du frai de baleine.

SUR

# LES VOYAGES AÉRONAUTIQUES

## EXÉCUTÉS DANS L'INTÉRÊT DE L'AVANCEMENT DES SCIENCES[1]

---

## CHAPITRE PREMIER

### SUR LA DÉCOUVERTE DES BALLONS

L'homme en raison de son poids, de la faiblesse de la force musculaire dont il est doué, semblait condamné à ramper toujours sur la surface de la terre, à ne pouvoir étudier les propriétés physiques des régions élevées de notre atmosphère qu'en montant péniblement au sommet des montagnes ; mais quelles sont les difficultés dont le génie allié à la persévérance ne parvient pas à triompher? Depuis les temps les plus reculés, la pensée de s'élever dans les airs, loin de tous les objets terrestres, à l'aide de machines que l'imagination douait de propriétés malheureusement impossibles à obtenir, n'a pas cessé d'occuper l'esprit humain. Qui ne connaît les tentatives de Dédale et d'Icare, les projets de Roger Bacon, et des Pères Lara et Galien? Mais avant 1783, il n'avait

1. Œuvre posthume.

été donné à personne de réaliser le rêve de tant de siècles. Joseph-Michel Montgolfier, né à Annonay, département de l'Ardèche, en 1740 et mort en 1810, membre de l'Académie des sciences de Paris, avait calculé qu'en raréfiant, à l'aide de la chaleur, l'air contenu dans un ballon de papier d'une étendue limitée, on lui donnerait une force ascensionnelle suffisante pour enlever des hommes, des animaux, des instruments de toute espèce. Il avait une telle confiance dans sa théorie, qu'il n'hésita pas de tenter le 5 juin 1783, une expérience publique et solennelle devant l'assemblée des députés des États particuliers du Vivarais, réunis à Annonay. Montgolfier a décrit lui-même en ces termes cette première expérience, qui fait époque dans l'histoire des découvertes les plus importantes : « La machine aérostatique était construite en toile doublée de papier, cousue sur un réseau de ficelle fixé aux toiles. Elle était à peu près de forme sphérique, et sa circonférence était de 110 pieds ($35^{m}.73$) ; un châssis en bois de 16 pieds en carré ($1^{mq}.69$), la tenait fixée par le bas. Sa capacité était d'environ 22,000 pieds cubes ($754^{mc}.$) ; elle déplaçait donc, en supposant la pesanteur moyenne de l'air égale à 1/800$^{e}$ de la pesanteur de l'eau, une masse d'air de 1980 livres (969 kilogrammes).

« La pesanteur du gaz était à peu près la moitié de celle de l'air, car il pesait 990 livres ($484^{kil}.61$), et la machine pesait avec le châssis 500 livres ($244^{kil}.75$). Il restait donc 490 livres ($239^{kil}.86$) de rupture d'équilibre, ce qui s'est trouvé conforme à l'expérience. Les différentes pièces de la machine étaient assemblées par de

simples boutonnières arrêtées par des boutons; deux hommes suffirent pour la monter et pour la remplir de gaz, mais il en fallut huit pour la retenir; ceux-ci ne l'abandonnèrent qu'au signal donné : elle s'éleva par un mouvement accéléré, mais moins rapide sur la fin de son ascension, jusqu'à la hauteur d'environ 1000 toises (1949 mètres). Un vent à peine sensible vers la surface de la terre, la porta à 1200 toises (2,339 mètres) de distance du point de son départ. Elle resta dix minutes en l'air; la déperdition du gaz par les boutonnières, par les trous d'aiguilles et autres imperfections de la machine, ne lui permit pas d'y rester davantage. Le vent, au moment de l'expérience, était au midi et il pleuvait; la machine descendit si légèrement qu'elle ne brisa ni les ceps, ni les échalas de la vigne sur lesquels elle se reposa. »

Le gaz employé dans l'expérience d'Annonay n'était pas autre chose que de l'air dilaté par la chaleur; toutefois sa nature n'était pas rapportée dans le récit de l'ascension du 5 juin 1783, qui fut publié dans les journaux. Sans attendre d'autres renseignements, l'artiste Robert et le physicien Charles, avec les fonds d'une souscription nationale rapidement couverte, firent construire en taffetas enduit de gomme élastique, un ballon de 4 mètres de diamètre, qu'ils emplirent de gaz hydrogène préparé par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau sur de la limaille de fer. Ce ballon s'éleva du Champ de Mars dans les airs le 27 août 1783, à cinq heures de l'après-midi, en présence d'une foule immense et au bruit du canon; il ne resta que trois quarts d'heure suspendu dans l'atmosphère, et il tomba à

Gonesse, auprès d'Écouen, à cinq lieues de Paris. Ainsi fut démontrée la possibilité de faire des ballons avec une étoffe vernie, presque imperméable à l'hydrogène, le plus léger des gaz connus, et remplaçant l'air chaud avec avantage. Cependant on n'adopta pas immédiatement ce moyen d'obtenir une force ascensionnelle très-considérable avec des ballons de dimensions restreintes, et l'on fit plusieurs expériences successives avec des aérostats très-grands gonflés par de l'air échauffé par un feu de paille mélangée d'un peu de laine. C'est, emportés par un pareil aérostat ayant une forme ovale, 23 mètres de hauteur, 15 mètres de diamètre et 2,056 mètres cubes de capacité, que Pilatre de Roziers et d'Arlandes exécutèrent le premier voyage aérien que les hommes aient osé faire dans des ballons dégagés de tous liens; ils partirent le 21 novembre 1783, du château de la Muette et parcoururent environ deux lieues en planant durant 20 à 25 minutes au-dessus de Paris, à une hauteur d'environ 1,000 mètres. Le 1^er^ décembre suivant, Charles et Robert partirent des Tuileries dans un aérostat sphérique fait en taffetas enduit de gomme élastique de 8^m^. 50 de diamètre seulement, et gonflé par de l'hydrogène. Après un trajet d'environ neuf lieues, le ballon toucha terre à Nesles; Robert descendit du char, et Charles remonta dans les airs où il s'éleva à une hauteur d'environ 2,000 mètres pour redescendre deux lieues plus loin, après avoir éprouvé un froid de — 5° tandis qu'à terre le thermomètre marquait + 7°. C'est de ce jour que date la démonstration de la possibilité pratique des voyages en ballon, voyages toujours aventureux, mais qui sont

cependant devenus de nos jours un passe-temps pour les désœuvrés. Je ne parlerai ici ni des tentatives qui furent faites pour utiliser les aérostats dans les expéditions militaires, ni des nombreuses inventions faites pour diriger ces machines dans les airs, ni de l'essai malheureux que paya de sa vie l'infortuné Pilatre de Roziers de joindre l'action du feu à l'emploi de l'hydrogène, ni de la substitution du gaz d'éclairage au gaz hydrogène; substitution qui rend ces entreprises moins coûteuses mais qui diminue la force ascensionnelle des appareils d'une dimension donnée; je dois me borner aux voyages aéronautiques exécutés dans l'intérêt de l'avancement des sciences.

C'est à l'ancienne Académie des sciences qu'il faut remonter, si l'on veut trouver les premiers voyages scientifiquement utiles qn'on ait entrepris avec des ballons à gaz hydrogène. Toutefois, les expéditions de MM. Biot et Gay-Lussac faites en 1804 furent précédées des ascensions de Robertson, Lhoest et Sacharoff, qui donnèrent quelques résultats intéressants. Ce n'est qu'après un intervalle de près d'un demi-siècle que furent entrepris les beaux voyages de MM. Barral et Bixio, suivis peu de temps après de ceux de M. John Welsh.

## CHAPITRE II

### DES RECHERCHES A FAIRE DANS LES ASCENSIONS AÉROSTATIQUES

Les personnes qui exécutent ou qui désirent entreprendre des voyages aériens ne se font en général aucune

idée ni du nombre des questions à résoudre, ni des difficultés à surmonter pour donner aux sciences quelques éléments de discussion. Les instruments à employer pour étudier soit les températures, soit l'hygroscopicité de l'air, soit les phénomènes de l'aiguille aimantée, soit les proportions de lumière polarisée contenue dans la lumière atmosphérique, soit la diaphanéité ou la couleur plus ou moins bleue des diverses couches d'air, etc., n'existent réellement pas, ou bien demandent des modifications importantes avant d'être appliqués à la recherche des lois suivant lesquelles les phénomènes varient avec la hauteur qui elle-même n'est pas déterminée avec une complète exactitude par les observations barométriques. Depuis un demi-siècle plusieurs corps savants, l'Académie des sciences de Paris, celle de Saint-Pétersbourg, l'Association britannique pour l'avancement des sciences, l'Académie de Dijon, etc., se sont occupés de combler la lacune que je signale et de fournir aux aéronautes des moyens d'étude efficaces. Mais on est bien loin d'avoir envisagé le problème sous toutes ses faces et d'en avoir donné une solution complète. Quoi qu'il en soit, les indications qui ont été suivies soit pour les voyages de MM. Biot et Gay-Lussac, soit surtout pour ceux de MM. Barral et Bixio, doivent être prises en sérieuse considération par les hommes dévoués, qui, on doit l'espérer, consentiront encore à affronter les périls de voyages entrepris particulièrement dans le but de monter jusque dans les couches aériennes les plus raréfiées et de parcourir l'atmosphère par les temps les plus variables.

Les principales questions sur lesquelles les voyageurs devront fixer leur attention sont les suivantes :

1° Loi du décroissement de la température atmosphérique avec la hauteur ;

2° Influence du rayonnement solaire, dans les diverses régions de l'atmosphère, déduites d'observations faites sur des thermomètres dont les réservoirs sont doués de pouvoirs absorbants très-différents ;

3° Détermination de l'état hygrométrique de l'air dans les diverses couches atmosphériques, et comparaison des indications du psychromètre avec le point de rosée dans les très-basses températures ;

4° Analyse de l'air atmosphérique à différentes hauteurs ;

5° Détermination de la quantité d'acide carbonique contenue dans les hautes régions de l'atmosphère ;

6° Examen de la polarisation de la lumière sur les nuages ;

7° Observation des divers phénomènes optiques produits par les nuages ;

8° Observation de la diaphanéité et de l'intensité de la couleur bleue des diverses couches d'air ;

9° Observation de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille aimantée et de l'intensité du magnétisme;

10° Étude de l'état électrique des diverses courbes atmosphériques ;

11° Expériences sur la transmission et la réflexion du son dans les diverses couches d'air par un ciel serein et par un ciel chargé de nuages ;

12° Observations physiologiques sur les effets produits

par la raréfaction de l'air, de très-basses températures, une extrême sécheresse, etc.

Les instruments mis à la disposition des voyageurs devront être ceux que, sur notre conseil et sur celui de mon illustre confrère M. Regnault, MM. Barral et Bixio ont emportés dans leurs expéditions ou qu'ils devaient employer dans d'autres ascensions s'il leur avait été possible d'en entreprendre de nouvelles, savoir :

1° Deux baromètres à siphon, gradués sur verre, dont l'aéronaute n'a besoin d'observer que le ménisque supérieur; la position du ménisque inférieur étant donnée par une Table construite d'après des observations directes faites dans le laboratoire. Chacun de ces baromètres doit être muni d'un thermomètre divisé en degrés centigrades, de manière à présenter une échelle s'étendant depuis + 35° jusqu'à — 39°. Il est prouvé aujourd'hui que l'aéronaute peut rencontrer des couches d'air ayant une température inférieure à celle de la congélation du mercure; on devra donc faire exécuter un instrument fondé sur la pression exercée par l'atmosphère sur un ressort et essayé à de très-basses températures sous des pressions faibles obtenues par la machine pneumatique ;

2° Un thermomètre vertical, à échelle arbitraire, dont le réservoir cylindrique se trouve dans l'axe de plusieurs enveloppes concentriques en fer-blanc très-poli, ouvertes à leurs bases, pour permettre la circulation de l'air. Cette disposition est imaginée pour obtenir, au moins approximativement, la température que marquerait un thermomètre à l'ombre ;

3° Trois thermomètres, portant des échelles arbi-

traires, fixés à 5 centimètres d'une plaque métallique. Le réservoir du premier de ces thermomètres sera à surface vitreuse ; la surface du deuxième sera noircie au noir de fumée ; enfin le réservoir du troisième sera recouvert d'un cylindre d'argent poli qui enveloppe également une portion de la tige. Les réservoirs seront des cylindres étroits, mais très-allongés. Immédiatement au-dessous des réservoirs, la plaque métallique portera une plaque argentée très-polie. La plaque munie des thermomètres sera disposée horizontalement sur un des côtés de la nacelle, afin de rester constamment exposée à la radiation solaire ;

4° Un psychromètre formé par deux thermomètres à échelle arbitraire ;

5° Un hygromètre condenseur de M. Regnault ;

6° Des tubes à potasse caustique et à ponce imbibée d'acide sulfurique, pour le dosage de l'acide carbonique de l'air. L'aspiration de l'air pourra être produite par une pompe de 1 litre de capacité et exactement jaugée ;

7° Deux ballons de 1 litre de capacité, munis de robinets en acier, et destinés à recueillir de l'air dans les hautes régions. Ces ballons, disposés dans des boîtes en fer-blanc, devront être exactement privés d'air avant le départ ;

8° Un thermomètre à minima de M. Walferdin. Ce thermomètre sera renfermé dans un cylindre en fer-blanc, percé de trous. Il sera bon que l'appareil soit placé sous cachet, comme l'ont fait faire MM. Barral et Bixio, car le contrôle des observations personnelles à l'aide d'un instrument muet donne à celles-ci une valeur consi-

dérable quand elles sont vérifiées, et il en résulte une réponse victorieuse aux objections qui s'élèvent toujours, par suite d'une tendance naturelle de l'esprit humain, contre les résultats qui ne peuvent être immédiatement vérifiés par de nouvelles expériences faites dans les mêmes conditions. Enfin, pour le cas où le ballon parviendrait à des hauteurs où la température s'abaisserait au-dessous de — 40°, point de congélation du mercure, il faudrait avoir des thermomètres à alcool ou à sulfure de carbone, gradués au delà de ce point de l'échelle thermométrique, de manière que les observations ne fussent pas interrompues par une telle circonstance qui a cessé de pouvoir être considérée comme impossible;

9° C'est dans la même pensée que je viens de signaler, que je conseille aussi l'emploi de l'appareil imaginé par M. Regnault, et destiné à indiquer le minimum de pression barométrique et par conséquent le maximum d'élévation auquel le ballon sera parvenu. Cet appareil sera renfermé dans un étui de fer-blanc percé d'un grand nombre de petites ouvertures. Le couvercle de l'étui sera aussi revêtu d'un cachet comme le thermomètre à minima.

10° Des lunettes polariscopes telles que je les ai décrites[1];

11° Des boussoles de déclinaison, d'inclinaison et d'intensité suspendues de manière à ne pas obéir aux mouvements de rotation qui animent les aérostats dans leurs ascensions et qu'ont reconnus MM. Biot, Gay-Lussac, Barral et Bixio;

1. *Astronomie populaire*, t. II, p. 101.

12° Des électromètres construits de manière à pouvoir indiquer à la fois la nature et l'intensité de l'électricité des diverses couches atmosphériques.

Il n'est guère probable que dans une ascension, des observateurs puissent embrasser à la fois tant de sujets d'études, se servir avec suite et à propos de tant d'instruments. L'aéronaute devra chaque fois se borner à un petit nombre de points importants. Ce n'est que dans une série de voyages aéronautiques qu'on pourra arriver à recueillir un ensemble de documents répondant au grand nombre de questions que présente à résoudre la constitution de l'atmosphère terrestre.

Il est impossible de rédiger un programme qui embrasse tous les points dignes d'examen; il faut admettre que l'imprévu jouera le rôle principal dans les expéditions aéronautiques. On ne sait presque rien aujourd'hui sur la constitution des nuages, sur les phénomènes de refroidissement que doit produire leur évaporation, sur le mélange de couches d'air diversement saturées d'humidité et provenant d'origines très-différentes, sur l'action de l'électricité qui traverse de grandes étendues aériennes, etc. Dans tous les cas, il sera utile que, pendant l'exécution des voyages aériens, il puisse être fait, au moins d'heure en heure, dans les principaux observatoires terrestres, des observations analogues à celles que se proposeront d'entreprendre les aéronautes. Cette recommandation, faite en 1841 par une commission de l'*Association britannique*, dans un rapport relatif aux avantages que la science pourrait tirer des ascensions aérostatiques, rapport signé de MM. David Brewster,

John Herschel, Lubbock, Robinson, Édouard Sabine, Whewell et Miller, a été suivie par MM. Barral et Bixio qui ont pu ainsi relier les phénomènes observés dans les hautes régions de l'air à ceux qui se sont produits dans le même temps à la surface de l'Europe.

Les observations barométriques jointes à celles de la température donnent, grâce à une formule due au génie de Laplace, les hauteurs métriques auxquelles les ballons s'élèvent au-dessus du niveau moyen de la mer. La formule de Laplace a été réduite en tables usuelles que l'on trouve dans l'*Annuaire du bureau des longitudes.* Les considérations sur lesquelles l'illustre géomètre a dû faire reposer sa savante analyse l'ont forcé à faire entrer dans sa belle formule un coefficient dont Ramond a fait la détermination, en comparant un grand nombre de mesures de hauteur des montagnes prises avec le baromètre, avec leurs mesures trigonométriques. Or, Ramond ayant surtout opéré sous le parallèle de 45° et sur des montagnes dont la hauteur n'atteignait guère 3,000 mètres, rien ne prouve que la valeur obtenue pour le coefficient non déterminé de la formule de Laplace, puisse être appliquée à des mesures de hauteurs beaucoup plus considérables et faites dans d'autres latitudes. Il y aurait donc lieu de mesurer directement, en observant des ballons de plusieurs stations astronomiques situées à des distances connues, les hauteurs auxquelles les aéronautes parviendraient, et de comparer les résultats obtenus aux déterminations barométriques. Sans aucun doute ces opérations présenteront de nombreuses difficultés et pourront être tentées plusieurs fois sans succès, parce que les

aerostats peuvent disparaître dans les nuages ou être entraînés dans des directions qui ne permettront pas aux lunettes terrestres de les suivre d'une manière utile. Mais le problème que j'indique ici mérite par son importance les sacrifices que l'on pourra faire pour en donner une solution satisfaisante.

## CHAPITRE III

### VOYAGES AÉRONAUTIQUES DE LHOEST, ROBERTSON ET SACHAROFF.

Le physicien Robertson a exécuté à Hambourg, le 18 juillet 1803, avec son compatriote Lhoest, le premier voyage aéronautique dont la science a pu tirer quelques indications utiles. Les deux voyageurs restèrent suspendus dans les airs durant cinq heures et demie et allèrent tomber près de Hanovre, à 25 lieues de leur point de départ.

Au moment de l'ascension, le baromètre marquait à terre 28 pouces et le thermomètre + 16° Réaumur; à la plus grande hauteur à laquelle les aéronautes parvinrent, le baromètre marquait $12^{p}.4$ et le thermomètre — 5°.5 Réaumur. Ces observations réduites aux mesures métriques et centigrades donnent $758^{mill}$ pour la hauteur barométrique et + 20° pour la température au départ; $336^{mill}$ et — 6°.9 à la station la plus élevée. On en déduit 6,831 mètres, d'après la formule de Laplace, pour la hauteur maximum atteinte par l'aérostat.

Les deux voyageurs crurent observer qu'à cette hauteur l'aiguille aimantée oscillait beaucoup moins rapi-

dement qu'à la surface de la terre et que, par conséquent, l'intensité magnétique diminue rapidement à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Ils rapportèrent aussi qu'ils avaient éprouvé des douleurs physiques et observé des phénomènes physiologiques tels que le grossissement des lèvres et des veines, le saignement des yeux, etc., faits qui n'ont pas été constamment vérifiés dans les expéditions postérieures.

Quoi qu'il en soit, l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg résolut de faire répéter les expériences de l'expédition de Hambourg par Robertson lui-même, assisté d'un de ses membres, Sacharoff, physicien et chimiste distingué. Ce second voyage aéronautique eut lieu le 30 juin 1804. Les aéronautes partirent de Saint-Pétersbourg à $7^h\ 45^m$ du soir et descendirent à $10^h\ 45^m$ près de Sivoritz, à une distance d'environ 20 lieues. Au moment du départ, le baromètre marquait 30 pouces et le thermomètre 19° Réaumur; au point le plus élevé, les deux instruments indiquaient 22 pouces et 4°.5 Réaumur. On conclut de ces observations que la pression barométrique et la température étaient, au point de départ, $812^{mill}.1$ et + 23°.7; à la plus grande élévation du ballon, $595^{mill}.5$ et + 5°.6; et il en résulte que les voyageurs sont montés à une hauteur de 2,703 mètres. MM. Robertson et Sacharoff ne purent pas faire d'observations magnétiques régulières, mais ils crurent constater que l'aiguille de déclinaison avait cessé d'être horizontale et que son pôle nord s'était relevé d'environ 10 degrés, tandis que le pôle sud s'inclinait vers la terre de la même quantité.

# CHAPITRE IV

## VOYAGES DE MM. BIOT ET GAY-LUSSAC

Saussure, d'après une série d'observations faites sur le Col du Géant à 3,435 mètres d'élévation, avait cru reconnaître que l'intensité magnétique éprouve à cette hauteur un affaiblissement sensible qu'il évaluait à environ un cinquième. Ce résultat paraissait vérifié par les voyages aéronautiques de Robertson, Lhoest et Sacharoff, dont il vient d'être question. Mais les preuves du fait n'étaient pas données d'une manière suffisamment péremptoire pour qu'il prît place dans la science d'une manière définitive, et la question parut assez importante aux principaux membres de l'Institut, à Laplace, à Berthollet, à Chaptal, pour justifier une expérience solennelle. Elle fut confiée à MM. Biot et Gay-Lussac, qui partirent du jardin du Conservatoire des arts et métiers, le 24 août 1804, munis de tous les instruments nécessaires. Les petites dimensions du ballon ne permirent pas aux deux voyageurs de dépasser la hauteur de 4,000 mètres, et à cette hauteur la température, de $+17°.5$ qu'elle était à terre, ne s'était abaissée qu'à $+10°.5$. Partis à 10 heures du matin, ils descendirent vers $1^h\ 30^m$ à 18 lieues de Paris, dans le département du Loiret. En profitant des moments où le mouvement de rotation de l'aérostat dans un certain sens s'arrêtait pour reprendre en sens contraire, les savants physiciens purent déterminer la durée de cinq oscillations

de l'aiguille aimantée dans diverses couches aériennes, et ils obtinrent les résultats suivants :

| Hauteurs. | Durée de 5 oscillations. |
|---|---|
| mètres. | secondes. |
| 0 | 35.25 |
| 2,862 | 35 |
| 2,897 | 35 |
| 3,038 | 35 |
| 3,589 | 34 |
| 3,665 | 35.5 |
| 3,742 | 35 |
| 3,845 | 36 |
| 3,977 | 35 |

Ainsi, les observations s'accordent à donner 35 secondes pour la durée de cinq oscillations, ou du moins les différences observées sont trop faibles pour qu'on en puisse rien conclure.

Dans de pareilles circonstances il était évident qu'une nouvelle ascension devait être entreprise. Cette fois Gay-Lussac s'éleva seul dans les airs. Il partit du jardin du Conservatoire des arts et métiers le 16 septembre 1804, à 9 heures 40 minutes du matin. Il prit terre à $3^h$ $45^m$ entre Rouen et Dieppe, à 40 lieues de Paris, près du hameau de Saint-Gourgon.

L'illustre physicien avait muni son aérostat de longues cordes destinées à ralentir son mouvement de rotation, et il put en conséquence compter plus facilement les oscillations de l'aiguille aimantée; il obtint les résultats suivants :

| Hauteurs. | Durée de 10 oscillations. |
|---|---|
| mètres. | secondes. |
| 0 | 42.16 |
| 3,371 | 41.5 |
| 3,857 | 42.0 |
| 4,551 | 42.5 |
| 4,294 | 41.8 |
| 4,367 | 43.0 |
| 4,765 | 42.2 |
| 4,848 | 42.8 |
| 5,277 | 42.2 |
| 5,671 | 42.5 |
| 6,146 | 42.0 |
| 6,182 | 41.0 |
| 6,923 | 41.7 |

Gay-Lussac tira de ces observations, qui ne présentent pas de différences suffisamment appréciables, la conclusion que la force magnétique n'éprouve pas de variations sensibles jusqu'aux plus grandes hauteurs où nous puissions parvenir. Il s'est ainsi exprimé à cet égard : « La conséquence que nous avons tirée de nos expériences pourra paraître un peu trop précipitée à ceux qui se rappelleront que nous n'avons pu faire des observations sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Mais si l'on remarque que la force qui fait osciller une aiguille horizontale est nécessairement dépendante de l'intensité et de la direction de la force magnétique elle-même, et qu'elle est représentée par le cosinus de l'angle d'inclinaison de cette dernière force, on ne pourra s'empêcher de conclure avec nous que, puisque la force horizontale n'a pas varié, la force magnétique ne doit pas avoir varié non plus, à moins qu'on ne veuille supposer que la force magnétique a pu varier précisément en sens contraire et dans le même

rapport que le cosinus de son inclinaison, ce qui n'est nullement probable. Nous aurions d'ailleurs, à l'appui de notre conclusion, l'expérience de l'inclinaison qui a été faite à la hauteur de 3,902 mètres et qui prouve qu'à cette élévation l'inclinaison n'a pas varié d'une manière sensible. » Cette conséquence était logique à une époque où l'on ne savait pas généralement que, dans un lieu et dans des circonstances données, la durée des oscillations d'une aiguille aimantée est influencée par sa température. Or, l'abaissement du thermomètre de Gay-Lussac a été assez considérable pour produire dans l'aiguille aimantée des changements notables. On voit que dans l'état d'imperfection des instruments et de la science en 1804, il était impossible d'arriver à une solution exacte du problème qu'avait en vue l'Institut. Aujourd'hui ce problème n'est pas encore résolu.

Le principal résultat du voyage aéronautique de Gay-Lussac est relatif à la constante composition de l'air atmosphérique jusqu'à une hauteur de 7,000 mètres. L'illustre physicien eut le bonheur de rapporter le premier de l'air de ces hautes régions et d'en donner une analyse dont l'exactitude a été vérifiée par toutes les nouvelles expériences faites par les procédés perfectionnés que la science a découverts depuis un demi-siècle.

Un fait qui n'est pas moins important est la grande différence que Gay-Lussac a trouvée entre les températures à terre et à la hauteur considérable à laquelle il est parvenu. Au moment de son départ, le baromètre marquait $765^{\text{mill}}.25$ et le thermomètre $+ 27^{\circ}.75$; à la plus grande hauteur atteinte par le ballon, ces instruments

ont donné $328^{mill}.8$ pour la pression et — $9^{o}.5$ pour la température. Il en résulte que Gay-Lussac s'est élevé à 7,016 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, et qu'il s'est trouvé exposé à des températures dont l'échelle a varié de 37 degrés.

Je ne parlerai pas des observations hygrométriques, parce qu'il en résulte seulement, ainsi que de la plupart de celles qui ont été faites jusqu'à ce jour, que la sécheresse de l'air devient très-considérable dans les hautes régions de l'atmosphère. Les hygromètres à cheveux sont des instruments dont les indications sont trop peu comparables entre elles pour qu'on puisse déduire de leurs indications des conséquences précises.

Gay-Lussac a réduit à leur juste valeur les récits de douleurs physiques qu'on suppose ressentir dans les couches d'air très-élevées : il s'exprime dans les termes suivants, dont on doit admirer la simplicité : « Parvenu au point le plus haut de mon ascension, à 7,016 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, ma respiration était sensiblement gênée ; mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très-accélérés; respirant très-fréquemment dans un air d'une extrême sécheresse, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier si sec qu'il m'était pénible d'avaler du pain. »

On voit que les ascensions de MM. Biot et Gay-Lussac sont les premières qui aient été exécutées avec un succès marqué pour la solution de questions scientifiques.

## CHAPITRE V

### VOYAGES DE MM. BARRAL ET BIXIO

MM. Barral et Bixio ont exécuté deux voyages aéronautiques, dont le dernier surtout a enrichi la science de résultats imprévus et d'une grande importance.

En rendant compte à l'Académie des sciences du premier voyage des deux hardis physiciens, je me suis exprimé à peu près dans ces termes :

« MM. Barral et Bixio avaient conçu le projet de s'élever en ballon à une grande hauteur, pour étudier, avec les instruments perfectionnés que la science possède aujourd'hui, une multitude de phénomènes atmosphériques encore imparfaitement connus. Il s'agissait de déterminer la loi du décroissement de la température avec la hauteur; la loi du décroissement de l'humidité ; de décider si la composition chimique de l'atmosphère est la même partout ; de doser l'acide carbonique à diverses élévations ; de comparer les effets calorifiques des rayons solaires dans les plus hautes régions de l'atmosphère avec ces mêmes effets observés à la surface de la terre ; de constater s'il arrive en un point donné la même quantité de rayons calorifiques de tous les points de l'espace ; de rechercher si la lumière réfléchie et transmise par les nuages est ou n'est pas polarisée, etc.

« Les instruments nécessaires pour une expédition aussi intéressante avaient été préparés par M. Regnault avec un soin et une précision infinis; jamais l'amour des

sciences ne s'était manifesté avec plus d'abnégation. M. Walferdin avait fourni plusieurs de ses ingénieux thermomètres à déversement; enfin les voyageurs étaient pourvus de baromètres très-exactement gradués, propres à faire connaître la hauteur où leurs diverses observations auraient été tentées.

« MM. Barral et Bixio avaient confié le soin de préparer le ballon et ses accessoires à un aéronaute connu par vingt-huit voyages aériens; toutes les dispositions avaient été faites dans le jardin de l'Observatoire de Paris. L'ascension eut lieu le samedi 29 juin 1850, à $10^h$ $27^m$ du matin; le ballon était rempli de gaz hydrogène pur, préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer.

« D'après toutes les prévisions et tous les calculs, les deux physiciens devaient pouvoir s'élever, si toutefois la constitution des couches supérieures de l'atmosphère s'accorde avec les idées théoriques aujourd'hui admises, jusqu'à la hauteur de 10,000 à 12,000 mètres.

« Au moment du départ, on put s'apercevoir facilement que plusieurs dispositions de l'appareil aérostatique n'étaient pas convenables. Le ballon, sous l'action incessante des rafales, s'était déchiré en plusieurs points, et l'on avait été obligé de le raccommoder en toute hâte; il tombait une pluie torrentielle. Que fallait-il faire? Ne pas partir eût peut-être été le plus prudent; mais MM. Barral et Bixio rejetèrent bien loin une pareille idée. Ils se placèrent dans la nacelle et s'élancèrent intrépidement dans les airs, sans même qu'on eût pu prendre le soin, tant le vent était violent, de déterminer avec un peson la puis-

sance ascensionnelle de l'aérostat. Leur mouvement de bas en haut fut extrêmement rapide : tous les spectateurs le comparaient à celui d'une flèche; bientôt MM. Barral et Bixio disparurent dans les nuages, et c'est au-dessus de ce rideau qui les dérobait à la vue des hommes que s'est accompli le drame émouvant qu'il nous reste à raconter.

« Le ballon dilaté pressait avec une grande force sur les mailles du filet, qui était beaucoup trop petit ; il s'enfla de haut en bas, descendit sur les voyageurs dont la nacelle avait été suspendue à des cordes trop courtes, et les couvrit en quelque sorte comme un chapeau. Alors les deux physiciens se trouvèrent dans la position la plus difficile; l'un d'eux, dans ses efforts pour dégager la corde de la soupape, produisit une ouverture dans le prolongement inférieur du ballon ; le gaz hydrogène qui s'échappait presque à la hauteur de leur tête les asphyxia successivement, ce qui occasionna chez chacun d'eux d'abondants vomissements et des syncopes momentanées.

« En consultant le baromètre, MM. Barral et Bixio s'aperçurent qu'ils descendaient rapidement; ils cherchèrent à découvrir la cause de ce mouvement imprévu, et reconnurent que le ballon s'était déchiré dans la région de son équateur sur une étendue de près de 2 mètres. Ils comprirent alors, avec un sang-froid qu'on ne saurait trop admirer, que tout ce qu'ils pouvaient espérer, c'était de sortir la vie sauve de leur entreprise hardie; ils descendaient avec une vitesse très-supérieure à celle de leur ascension, ce qui n'est pas peu dire. MM. Barral et Bixio se débarrassèrent de tout ce qui leur restait de lest; ils

jetèrent par-dessus le bord de la nacelle des couvertures dont ils s'étaient munis pour se garantir du froid, et jusqu'à leurs bottes fourrées, mais ils ne se séparèrent d'aucun de leurs instruments de recherches.

« MM. Barral et Bixio tombèrent à 11h 14m dans une vigne, dont le terrain était heureusement détrempé, de la commune de Dampmart, près de Lagny. Les laboureurs et les vignerons accoururent, trouvèrent les deux physiciens se tenant par les jambes et les bras enlacés dans les ceps de vigne afin de neutraliser autant que possible le mouvement horizontal de la nacelle; ils leur prêtèrent les secours les plus empressés.

« Un voyage exécuté dans de pareilles conditions n'a pu apporter à la science qu'un très-minime contingent, relativement à ce qu'il était permis d'espérer ; toutefois, nous devons dire que nos deux physiciens ont constaté, par des expériences décisives, que la lumière des nuages n'est pas polarisée ; que la couche de nuages qu'ils ont traversée avait au moins 3,000 mètres d'épaisseur et que, malgré l'existence de ce rideau entre le ciel et la terre, le décroissement de la température a été à très-peu près semblable à celui qui résultait du célèbre voyage aéronautique de Gay-Lussac, exécuté par un ciel parfaitement serein. On a déduit des observations barométriques comparées à celles qui ont été faites à l'Observatoire de Paris, que, dans la région où le ballon s'est déchiré, nos deux voyageurs étaient déjà parvenus à la hauteur de 5,900 mètres. Un calcul semblable a montré que la surface supérieure du nuage traversé était à 4,200 mètres. »

Les nombres suivants complètent les détails que j'ai donnés à l'Académie.

Au moment du départ à $10^h$ $27^m$, le baromètre de l'Observatoire réduit à zéro marquait $753^{mill}$, et le thermomètre extérieur 20°.3; la direction du vent était ouest-sud-ouest, et le ciel était complétement couvert. A $10^h$ $29^m$, les voyageurs pénétraient dans un nuage ayant l'apparence d'un brouillard épais et qui leur déroba la vue de la terre. A $10^h$ $47^m$, le baromètre de la nacelle, réduit à zéro, marquait $458^{mill}.3$, et le thermomètre + 7°; au même instant le baromètre de l'Observatoire indiquait une pression de $753^{mill}.17$ et le thermomètre + 19°.4. C'est à ce moment qui correspond à une hauteur calculée au-dessus du niveau moyen de la mer de 4,242 mètres, que le ballon sortait de la partie supérieure des nuages. La couche de nuages située au-dessous des voyageurs leur présentait l'aspect de mamelons d'un blanc d'argent dont la lumière étudiée avec la lunette polariscope ne fournissait aucune trace de polarisation. A part quelques nuages qui allaient çà et là très-loin au-dessus du ballon, le ciel était pour les aéronautes d'un bleu pâle et terne. A $10^h$ $59^m$, le baromètre de la nacelle marquait $373^{mill}.4$, et le thermomètre était descendu au-dessous de zéro; M. Barral n'a pu enlever pour faire la lecture exacte du degré thermométrique une couche de givre qui s'était déposée. En ce moment le baromètre oscillait autour de la hauteur moyenne qui vient d'être observée. Le ballon, auquel, malgré les ordres précis qui avaient été donnés, son propriétaire n'avait pas laissé assez de place pour qu'il pût se développer librement par suite de la dila-

tation naturelle de l'hydrogène[1], était venu couvrir les voyageurs; l'issue laissée pour permettre l'échappement du gaz s'était fermée; une déchirure se fit dans la partie supérieure de l'aérostat, et MM. Barral et Bixio tombaient à terre après avoir parcouru 5,800 mètres en 4 à 5 minutes.

MM. Barral et Bixio recommencèrent immédiatement les préparatifs d'une nouvelle ascension aérostatique qui eut lieu un mois après celle dont je viens de rendre compte. Ils partirent encore du jardin de l'Observatoire, et, comme la première fois, je fus témoin du départ. Je pris part à toutes les décisions arrêtées pour rendre le voyage fructueux au point de vue de la science. Dans les circonstances défavorables où la première ascension avait été exécutée, elle ne pouvait guère avoir qu'un résultat, celui de prouver le courage intrépide des deux savants physiciens et de les initier à tous les dangers d'une ascension entreprise au travers d'une atmosphère agitée par les vents et troublée par d'épais nuages. Je suis persuadé que la lecture seule du journal du nouveau voyage suffirait pour faire apprécier ce qu'il a produit de neuf et d'intéressant. Mais on en a jugé autrement; on a voulu que, par une indication rapide, je misse les personnes les moins familiarisées avec ces matières à même de juger de l'importance d'une découverte dont MM. Barral et Bixio ont enrichi la météorologie. J'ai cédé à ce vœu et j'ai rendu

1. La difficulté de maintenir le ballon avant le départ a été cause de la réduction de la longueur des cordes d'attache de la nacelle. La tempête était violente; 120 soldats suffisaient à peine pour empêcher le ballon d'être emporté par le vent.

compte à l'Académie des sciences, à peu près en ces termes, du voyage exécuté par ces deux savants le 27 juillet 1850 :

« Les deux savants voyageurs étaient bien résolus à recommencer leur entreprise dans de meilleures circonstances ; mais, cette fois, ils n'avaient plus à faire leurs preuves, ils pouvaient attendre le jour et le moment.

« M. Regnault s'était chargé avec M. Barral des préparatifs ; c'est dire que tout ce que la physique offre d'ingénieux, d'exact, a été mis en œuvre dans la construction des instruments et dans leur installation. Mais personne ne pourra apprécier, sans l'avoir vu, le zèle infatigable et le dévouement sans bornes que mon illustre confrère a déployés jour et nuit dans cette circonstance.

« Tout était prêt vendredi 26 juillet, mais le temps fut mauvais. Samedi matin, l'atmosphère s'étant éclaircie, on commença à remplir le ballon. L'opération fut longue, et lorsqu'elle arrivait à son terme, vers les une ou deux heures, le ciel se couvrit et il tomba une pluie diluviale. La pluie cessa ensuite et le ciel resta entièrement couvert ; il était naturel, dans ces circonstances, de renoncer à l'ascension projetée. Je fis, en présence des deux voyageurs, l'observation qu'il pouvait être très-utile de connaître le décroissement de la température atmosphérique avec la hauteur lorsqu'un rideau continu de nuages nous dérobe la vue du ciel. Les réfractions à des hauteurs médiocres dépendent de la loi suivant laquelle s'opère ce décroissement. Eh bien, il arrive quelquefois que le ciel se découvre tout à coup ; or, dans ces circonstances, il doit rester dans l'atmosphère des traces plus

ou moins marquées du décroissement de température anormal dont la présence du nuage avait été la cause. Les observations recueillies dans des ascensions aérostatiques faites dans un temps serein, ne sont pas complétement applicables à ce cas spécial. D'ailleurs, il y a des occasions nombreuses où l'on observe à travers des éclaircies. Dès que MM. Barral et Bixio purent juger, par ces considérations et d'autres qu'il serait superflu de rapporter, que leur voyage pouvait être utile, ils se placèrent dans la nacelle et s'élancèrent dans les airs.

« Tous les détails de cette ascension ont été indiqués avec soin dans le journal écrit dans la nacelle même, et dont M. Regnault a revu tous les calculs et toutes les appréciations en les confrontant avec les indications des instruments cachetés rapportés par les voyageurs. Je me contenterai de dire qu'aux plus grandes hauteurs où ils soient parvenus, nos voyageurs n'éprouvèrent aucun malaise, aucun embarras dans la respiration; que M. Bixio ne ressentit pas les vives douleurs d'oreilles dont il avait souffert dans son premier voyage, sans doute à cause de la précaution qu'il prit de maintenir l'air contenu dans cet organe et l'air extérieur à la même pression, en faisant de temps à autre le mouvement de déglutition. Ajoutons que les deux physiciens ont rencontré une couche de nuages qui avait plus de 5,000 mètres d'épaisseur, qu'ils ne sont pas parvenus à la traverser entièrement, que leur descente a commencé à s'opérer contre leur gré, à la hauteur d'environ 7,000 mètres, que cette descente involontaire a été l'effet d'une déchirure qui s'était produite vers la partie inférieure du ballon. Ils pouvaient, en

jetant leur dernier lest, prolonger peut-être leur séjour dans les hautes régions auxquelles ils étaient parvenus, mais les circonstances dans lesquelles ils étaient placés ne leur permettaient plus d'obtenir des documents utiles à la science, et ils ont dû renoncer à lutter contre la cause qui les forçait à se rapprocher de la surface de la terre.

« Parlons maintenant des observations que nos deux voyageurs ont eu l'occasion de faire. Lorsqu'ils avaient atteint leur station supérieure dans ce nuage de 5,000 mètres d'épaisseur, il se forma dans la masse vaporeuse qui les entourait une éclaircie à travers laquelle ils virent le bleu du ciel. Le polariscope, dirigé vers cette région, montrait une polarisation intense; lorsqu'on pointait à côté, hors de l'éclaircie, la polarisation, au contraire, était nulle. Ceci ne doit pas être considéré comme une répétition de l'expérience faite dans le premier voyage, car alors on avait visé à la lumière réfléchie par les nuages, tandis que cette fois c'est dans la lumière transmise qu'on a constaté l'absence de toute polarisation.

« Un phénomène optique intéressant a signalé cette ascension. Avant d'atteindre la hauteur limite, la couche de nuages qui couvrait le ballon ayant diminué d'épaisseur ou étant devenue moins dense, nos deux observateurs virent le soleil affaibli et tout blanc; en même temps ils aperçurent au-dessous du plan horizontal de la nacelle, au-dessous de leur horizon, et à une distance angulaire de ce plan égale à celle qui mesurait la hauteur du soleil, un second soleil semblable à celui qu'eût réfléchi une nappe d'eau située à cette hauteur. Il est naturel de supposer, comme l'ont fait nos deux voyageurs, que le

second soleil était formé par la réflexion des rayons lumineux sur les faces horizontales de cristaux de glace flottant dans cette atmosphère vaporeuse.

« Venons au résultat le plus extraordinaire, au résultat tout à fait inattendu qu'ont fourni les observations thermométriques. Gay-Lussac, dans son ascension par un temps serein ou plutôt légèrement vaporeux, avait trouvé une température de 9°.5 au-dessous de zéro, à la hauteur de 7,016 mètres. C'est le minimum qu'il ait observé. Cette température de 9°.5 au-dessous de zéro, MM. Barral et Bixio l'ont trouvée dans le nuage, à la hauteur d'environ 6,000 mètres; mais à partir de ce point-là, et dans une étendue d'environ 600 mètres, la température varia d'une manière tout à fait extraordinaire et hors de toute prévision. Je vais citer le nombre qui résulte de diverses observations; mais, auparavant, je dois inviter l'auditoire qui m'écoute à ne pas se livrer à un mouvement irréfléchi d'incrédulité, car je prouverai un instant après que le résultat que je vais énoncer est exact. MM. Barral et Bixio ont vu à la hauteur de 7,049 mètres, à quelque distance de la limite supérieure du nuage, le thermomètre centigrade descendre à 39 degrés au-dessous de zéro. C'est 30 degrés au-dessous de ce qu'avait trouvé Gay-Lussac à la même hauteur, mais dans une atmosphère sereine.

« J'ai hâte de prouver que ce nombre extraordinaire n'est affecté d'aucune erreur d'observation. Le baromètre à l'aide duquel on devait déterminer la hauteur était naturellement muni d'un thermomètre destiné à donner la température du mercure. Ce thermomètre n'avait été

gradué que jusqu'à 37 degrés au-dessous de zéro. Ces 37 degrés semblaient devoir suffire dans les plus grandes hauteurs où l'on pût supposer que nos voyageurs s'élèveraient. Eh bien, le mercure était descendu au-dessous de ce 37e degré ; il n'était pas cependant rentré tout entier dans le réservoir. Par une évaluation qui ne doit pas être loin de la vérité quand elle est faite par un physicien du mérite de M. Regnault, le mercure était à 2 degrés au-dessous de 37. Le thermomètre du baromètre de MM. Barral et Bixio marqua donc 39 degrés.

« M. Walferdin a inventé de très-ingénieux thermomètres à déversement, qui donnent eux-mêmes les maxima et les minima de température auxquels ils ont été exposés. Le thermomètre à maxima est fort en usage : il est à désirer que le second, qui est moins connu, se répande parmi les physiciens. Il rendra d'importants services à la météorologie. M. Walferdin avait remis un de ses thermomètres à minima à MM. Barral et Bixio. Ce thermomètre à divisions arbitraires était renfermé dans un étui percé d'un grand nombre de trous pour permettre la circulation de l'air. Sur la demande de nos deux voyageurs, il avait été cacheté. Le cachet est arrivé intact, et a été brisé au Collége de France en présence de MM. Regnault et Walferdin. Des opérations minutieuses ont prouvé que le thermomètre à minima avait baissé jusqu'à 39°.7. Après ces deux observations précises, à peine est-il nécessaire de dire que le fait d'un abaissement extraordinaire de la température se trouve résulter de l'impossibilité où furent nos voyageurs de lire les indications de plusieurs thermomètres, dont la liqueur

était descendue jusqu'au bouchon de liége qui les maintenait. M. Barral voulut se débarrasser de ces bouchons avec un canif; mais ses doigts étant roidis par le froid, l'instrument tomba à travers les mailles de la nacelle. M. Bixio ne fut pas plus heureux en voulant se servir d'un couteau. Le fait de l'abaissement presque subit de température dans la masse nuageuse est une découverte qui intéresse au plus haut degré la météorologie. Quelle est la constitution particulière d'un nuage qui le rend apte, par la voie du rayonnement vers l'espace ou de toute autre manière, à un si prodigieux refroidissement? C'est une question qu'en ce moment il est seulement sage de poser. Peut-être cette constitution anormale joue-t-elle un rôle dans la formation de la grêle? Peut-être est-elle la cause des changements considérables de température qu'on éprouve subitement dans un lieu donné? La solution de ces questions est réservée à l'avenir, ce qui ne diminue en rien l'importance de l'observation.

« Dans le journal du voyage les températures observées étaient données par les thermomètres à échelle arbitraire; les voyageurs ne savaient pas ce que signifiaient les nombres dont ils faisaient la lecture et qu'ils enregistraient; les températures réelles ont été déterminées par M. Regnault et les hauteurs calculées par M. Mathieu. C'est assez dire que, des deux côtés, on peut compter avec une entière confiance sur les résultats. On déduit des calculs de M. Mathieu que nos deux voyageurs seraient parvenus à la hauteur de 7,049 mètres en tenant compte de la diminution de la pesanteur à ces grandes hauteurs

et de l'influence de l'heure de la journée sur la mesure barométrique des hauteurs, c'est-à-dire à 33 mètres au-dessus de celle où Gay-Lussac s'est élevé. Il est juste d'observer que les formules à l'aide desquelles on calcule les hauteurs reposent sur l'hypothèse d'un décroissement de température à peu près uniforme, et que, dans ce cas-ci, un changement de hauteur que l'on peut évaluer à 600 mètres, a donné lieu à une variation de température d'environ 30 degrés, tandis que, dans l'air serein, la variation n'aurait été que de 4 à 5 degrés.

« La découverte importante faite dans ce voyage aéronautique montre tout ce que la science peut encore attendre de semblables expéditions quand elles seront confiées, comme cette fois, à des observateurs intrépides, soigneux, exacts et sincères. »

Voici maintenant un extrait du journal du voyage des deux savants physiciens :

« Les instruments divisés que nous avons emportés ont été construits par M. Fastré, sous la direction de M. Regnault. Les Tables de graduation ont été dressées dans le laboratoire du Collége de France ; elles n'étaient connues que de M. Regnault.

« Le ballon est celui de M. Dupuis-Delcourt, qui a servi à notre première ascension ; il est formé de deux demi-sphères ayant pour rayon 4$^{m}$.8, séparées par un cylindre ayant pour hauteur 3$^{m}$.8 et pour base un grand cercle de la sphère. Son volume total est de 729 mètres cubes. Un orifice inférieur destiné à donner issue au gaz pendant sa dilatation se termine par un appendice cylindrique en soie, de 7 mètres de longueur, qui reste ouvert pour

laisser sortir librement le gaz pendant la période ascendante. La nacelle se trouve suspendue à 4 mètres environ au-dessous de l'orifice de l'appendice de manière que le ballon complétement gonflé est resté distant de la nacelle de 11 mètres et qu'il n'a pu gêner en rien les observations. Les instruments sont fixés autour d'un large anneau en tôle qui s'attache au cerceau ordinaire en bois portant les cordes de la nacelle. La forme de cet anneau est telle, que les instruments sont placés à une distance convenable des observateurs.

« Notre projet était de partir vers 10 heures du matin ; toutes les dispositions avaient été prises pour que le remplissage de l'aérostat commençât à 6 heures. MM. Véron et Fontaine étaient chargés de cette opération.

« Malheureusement, des circonstances indépendantes de notre volonté et provenant de la nécessité de bien laver le gaz pour qu'il n'attaquât pas le tissu de l'aérostat, ont occasionné des retards, et le ballon ne fut prêt qu'à 1 heure. Le ciel, qui avait été très-pur jusqu'à midi, se couvrit de nuages, et bientôt une pluie torrentielle s'abattit sur Paris. La pluie ne cessa qu'à 3 heures. La journée était trop avancée, et les circonstances atmosphériques trop défavorables, pour que nous pussions avoir l'espoir de remplir le programme que nous nous étions proposé. Mais l'aérostat était prêt, de grandes dépenses avaient été faites, et des observations, dans cette atmosphère troublée, pouvaient conduire à des résultats utiles. Nous nous décidâmes à partir. Le départ eut lieu à 4 heures ; il présenta quelque difficulté à cause de l'espace, très-rétréci, que le jardin de l'Observatoire laissait

à la manœuvre. Le ballon était très-éloigné de la nacelle, comme on vient de le voir, et emporté par le vent, il prit le devant sur le frêle esquif dans lequel nous étions montés; ce ne fut que par une série d'oscillations à une assez grande distance de chaque côté de la verticale, que nous finîmes par être tranquillement suspendus à l'aérostat. Nous allâmes frapper contre des arbres et contre un mât; il en résulta qu'un des baromètres fut cassé, et laissé à terre. Le même accident arriva au thermomètre à surface noircie.

« Nous transcrivons ici les notes que nous avons prises pendant notre ascension.

« 4h 3m. *Départ*. Le ballon s'élève d'abord très-lentement, en se dirigeant vers l'est; il prend un mouvement ascendant plus rapide, après la projection de quelques kilogrammes de lest. Le ciel est complétement couvert de nuages, et nous nous trouvons bientôt dans une brume légère.

| Heures. | Baromètre. | Thermomètre. | Hauteur. |
| --- | --- | --- | --- |
| 4h 6m | 694mm.70 [1] | + 16° | 757m |
| 4 8 | 674 .96 | — | 999 |
| 4 9 30s | 655 .57 | + 13 .0 | 1,244 |
| 4 11 | 636 .68 | + 9 .8 | 1,483 |

« Au-dessus de nous s'étend une couche continue de

1. Toutes les hauteurs barométriques indiquées ont été ramenées à la température de 0 degré par le calcul. Au moyen des observations barométriques et thermométriques faites à l'Observatoire et dans la nacelle, on a calculé les hauteurs de 19 stations au-dessus de l'Observatoire, et au-dessus de la mer, en les augmentant de 65 mètres. Mais les trois hauteurs 6,512, 7,049 et 6,765 mètres, où la température était descendue à — 35°, — 36° et — 39°, ont été obtenues en partant, non de l'Observatoire, mais de la station inter-

nuages ; au-dessous, nous apercevons çà et là des nuages détachés qui semblent rouler sur Paris. Nous sentons un vent frais.

| Heures. | Baromètre. | Thermomètre. | Hauteur. |
|---|---|---|---|
| 4h 13m | 597.73 | + 9°.0 | 2,013m |
| 4 15 | 558.70 | — | 2,567 |
| 4 20 | 482.20 | — 0 .5 | 3,751 |

« Le nuage dans lequel nous pénétrons présente l'apparence d'un brouillard ordinaire très-épais ; nous cessons de voir la terre.

| Baromètre. | Thermomètre. | Hauteur. |
|---|---|---|
| 405,41 | — 7°.0 | 5,121m |

« Quelques rayons solaires deviennent perceptibles à travers les nuages.

« Le baromètre oscille de 366mill.99 à 386mill.42 ; le thermomètre marque — 9°.0 ; le calcul donne de 5,911 à 5,492 pour la hauteur à laquelle nous sommes parvenus en ce moment.

« Le ballon est entièrement gonflé ; l'appendice, jusqu'ici resté aplati sous la pression de l'atmosphère, est maintenant distendu, et le gaz s'échappe par son orifice inférieur sous forme d'une traînée blanchâtre ; nous sentons très-distinctement son odeur. On aperçoit une déchi-

médiaire de 5,902 mètres où la température était de — 9°.8 et la pression 367mm.04. On trouve ainsi 7,004 mètres pour la station la plus élevée. Mais il faut encore y ajouter une correction de 12 mètres due à la hauteur 5,902 mètres de la station inférieure de comparaison, et 33 mètres à cause de l'influence de l'heure de la journée, comme l'a justement remarqué M. Bravais, ce qui fait en tout 7,049 mètres.

rure dans le ballon à une distance de $1^{m}.5$ environ de l'origine de l'appendice; cette déchirure augmente seulement l'étendue de l'issue donnée au gaz; comme elle est à la partie inférieure, elle ne diminue que faiblement la force ascensionnelle de l'aérostat.

« Une éclaircie se manifeste et laisse voir vaguement la position du Soleil.

« Le ballon reprend sa marche ascendante, après un nouvel abandon de lest.

« $4^{h}$ $25^{m}$. Des oscillations du baromètre entre $347^{mill}.75$ et $367^{mill}.04$ indiquent une nouvelle station de l'aérostat; le thermomètre varie de — 10°.5 à — 9°.8; la hauteur à laquelle nous sommes parvenus varie de 6,330 à 5,902 mètres.

« Le brouillard, beaucoup moins intense, laisse apercevoir une image blanche et affaiblie du Soleil.

« Un nouvel abandon de lest détermine une nouvelle ascension du ballon qui arrive à une nouvelle position stationnaire indiquée par de nouvelles oscillations du baromètre. Nous sommes couverts de petits glaçons, en aiguilles extrêmement fines, qui s'accumulent dans les plis de nos vêtements. Dans la période descendante de l'oscillation barométrique, par conséquent pendant le mouvement ascendant du ballon, le carnet ouvert devant nous les ramasse de telle façon qu'ils semblent tomber sur lui avec une sorte de crépitation. Rien de semblable ne se manifeste dans la période ascendante du baromètre, c'est-à-dire pendant la descente de l'aérostat.

| | |
|---|---|
| Le thermomètre horizontal vitreux marque... | — 4°.69 |
| Le thermomètre argenté.................. | — 8 .95 |

Nous voyons distinctement le disque du Soleil à travers la brume congelée ; mais, en même temps, dans le même plan vertical, nous apercevons une seconde image du Soleil, presque aussi intense que la première; les deux images paraissent disposées symétriquement au-dessus et au-dessous du plan horizontal de la nacelle, en faisant chacune avec ce plan un angle d'environ 30 degrés. Ce phénomène s'observe pendant plus de 10 minutes.

« La température baisse très-rapidement; nous nous disposons à faire une série complète d'observations sur les thermomètres à rayonnement et sur les thermomètres du psychromètre, mais les colonnes mercurielles sont cachées par les bouchons, parce que l'on n'avait pas prévu un abaissement aussi brusque de la température. Le thermomètre des enveloppes concentriques en fer-blanc marque — 23°.79.

« Nous ouvrons une cage où se trouvent deux pigeons; ils refusent de s'échapper; nous les lançons dans l'espace; ils étendent les ailes, tombent en tournoyant et en décrivant de grands cercles et disparaissent bientôt dans le brouillard qui nous entoure. Nous n'apercevons pas au-dessous de nous l'ancre qui est attachée à l'extrémité d'une corde de 50 mètres de long que nous avons déroulée.

« $4^h\,32^m$. Nous jetons du lest et nous nous élevons davantage. Les nuages s'écartent au-dessus de nous, et nous voyons dans le ciel une place d'un bleu d'azur clair, semblable à celui que l'on voit de la terre par un temps serein. Le polariscope n'indique de polarisation dans aucune direction, sur les nuages en contact avec

nous ou plus éloignés. Le bleu du ciel est, au contraire, fortement polarisé.

« Les oscillations du baromètre indiquant que nous cessons de monter, nous jetons du lest, ce qui détermine un nouveau mouvement ascendant.

| Heures. | Baromètre. | Thermomètre. | Hauteur. |
|---|---|---|---|
| | mill. | | |
| 4h 45m | 338.05 | — 35° | 6,512m |

« Nos doigts sont roidis par le froid, mais nous n'éprouvons aucune douleur d'oreilles et la respiration n'est nullement gênée. Le ciel est de nouveau couvert de nuages, mais laisse encore apercevoir le Soleil voilé et son image. Nous pensons qu'il y a intérêt à voir si le froid augmentera si nous parvenons à nous élever davantage. Nous jetons du lest, ce qui détermine une nouvelle ascension.

« 4h 50m. Le baromètre marque 315mill.02. L'extrémité de la colonne du thermomètre du baromètre est inférieure, de 2 degrés environ, à la dernière division tracée sur l'instrument. Cette division est — 37 degrés ; la température était donc de — 39 degrés environ ; la hauteur à laquelle nous sommes arrivés est de 7,039 mètres.

« Le baromètre oscille de 315mill.02 à 326mill.20 ; ainsi l'aérostat oscille de 7,039 mètres à 6,798. Il ne nous reste plus que 4 kilogrammes de lest, que nous jugeons prudent de conserver pour la descente. D'ailleurs il est inutile de chercher à monter davantage avec des instruments désormais muets ; le mercure se congèle. Tout au plus pouvons-nous chercher à nous maintenir quelque temps à cette hauteur, mais, bien que l'appendice soit relevé

pour éviter la sortie du gaz par son orifice, le ballon commence son mouvement descendant. Nous faisons nos prises d'air. Le tube de l'un de nos ballons se casse sous les efforts que nous faisons pour tourner le robinet; le second se remplit d'air sans accident. Mais le froid paralyse tous nos efforts; les observations sont devenues impossibles; nos doigts sont inhabiles à toute opération. Nous nous laissons descendre.

| Heures. | Baromètre. | Température. | Hauteur. |
|---|---|---|---|
| | mill. | | |
| $5^h$ $2^m$ | 436.40 | — 9° | $4{,}502^m$ |

« Nous rencontrons encore les petites aiguilles de glace.

| Heures. | Baromètre. | Température. | Hauteur. |
|---|---|---|---|
| | mill. | | |
| $5^h$ $7^m$ | 483.16 | — 7° | $3{,}688^m$ |
| 5 10 | 540.39 | — 3 | 2,796 |
| 5 12 | 559.70 | — 1 | 2,452 |
| 5 14 | 582.90 | 0 | 2,185 |

Le thermomètre vitreux marque...... + 2°.50
Le thermomètre argenté............. + 1 .91

« $5^h$ $16^m$. Le baromètre oscille de $598^{mill}.5$ à $618^{mill}.0$, parce que nous jetons notre lest, ce qui arrête notre descente; la température est de 1°.8; la hauteur varie de 1,973 à 1,707 mètres.

« Les oscillations sont prolongées par les dernières portions de lest que nous jetons. Nous ne nous occupons plus que de modérer la descente, en sacrifiant tout ce que nous avons de disponible, hors les instruments, et nous mettons les thermomètres dans leurs étuis.

« $5^h$ $30^m$. Nous touchons à terre, au hameau des Peux, commune de Saint-Denis-les-Rebais, arrondissement de

Coulommiers (Seine-et-Marne), à quelques pas de la demeure de M. Brulfert, maire de cette commune, située à 70 kilomètres de Paris.

« Nous avons eu le bonheur de ne casser aucun instrument à la descente. Nous ne trouvons au village qu'une charrette pour nous transporter à la station la plus voisine du chemin de fer de Strasbourg, éloignée de 18 kilomètres. Le trajet fut pénible dans les chemins de traverse, par un ouragan violent et des pluies continuelles; le cheval s'abattit. Deux des appareils que nous tenions le plus à rapporter intacts à Paris furent brisés ou mis hors de service : le ballon à air et l'instrument indicateur du minimum de pression barométrique. Heureusement le thermomètre à minima de M. Walferdin fut rapporté intact, avec son cachet, au Collége de France.

« Le cachet a été enlevé par MM. Regnault et Walferdin, et le minimum de température, déterminé par des expériences directes, a été trouvé de — 39°.67, par conséquent très-peu différent de la plus basse température que nous avions observée nous-mêmes sur le thermomètre du baromètre. »

J'ai dit dans le sein de l'Académie des sciences que la constatation de la présence d'un nuage composé de petits glaçons ayant une température d'environ — 40°, en plein été, à une hauteur de 6,000 à 7,000 mètres au-dessus du sol de l'Europe, est la plus grande découverte que la météorologie ait enregistrée depuis longtemps. Cette découverte explique comment de petits glaçons peuvent devenir le noyau de grêlons d'un volume consi-

dérable, car on comprend comment ils peuvent condenser autour d'eux et amener à l'état solide les vapeurs aqueuses contenues dans les couches atmosphériques dans lesquelles ils voyagent; elle démontre aussi la vérité de l'hypothèse de Mariotte qui attribuait à des cristaux de glace suspendus dans l'air les halos, les parhélies et les parasélènes. Enfin, l'étendue considérable d'un nuage très-froid rend très-bien compte des changements subits de température qui nous surprennent si souvent dans nos climats. MM. Barral et Bixio, en discutant les observations météorologiques faites en Europe, la veille, le jour et le lendemain de leur mémorable ascension, ont pu mettre en évidence des refroidissements subits et généraux qui étaient certainement en relation directe avec l'arrivée de nuées très-froides se propageant du nord-est vers le sud-ouest.

## CHAPITRE VI

### VOYAGES DE M. JOHN WELSH

En juillet 1852, le comité de direction de l'Observatoire de Kew, près de Londres, résolut de faire faire une série d'ascensions aéronautiques dans le but d'étudier les phénomènes météorologiques et physiques qui se produisent dans les régions les plus élevées de l'atmosphère terrestre. Cette résolution fut approuvée par le conseil de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. Les instruments furent immédiatement préparés : ce furent un baromètre de Gay-Lussac, des thermomètres

secs et mouillés, un aspirateur, un hygromètre condensateur de M. Regnault, un hygromètre de Daniell, un polariscope et des tubes en verre pour recueillir l'air. Le ballon employé fut celui de M. Green, qui accompagna constamment M. John Welsh, chargé des observations; il fut rempli de gaz d'éclairage. Quatre ascensions furent exécutées, le 17 et le 26 août, le 21 octobre, le 10 novembre 1852. Dans les deux premiers voyages, M. Nicklin accompagna aussi M. Welsh. Le point du départ fut le jardin royal du Vauxhall.

Dans la première ascension du 17 août les voyageurs partirent à $3^h\ 49^m$ du soir et touchèrent terre à $5^h\ 20^m$, à 23 lieues au nord de Londres. Ils s'élevèrent jusqu'à une hauteur de 5,947 mètres; la plus basse pression qu'ils obtinrent fut de $364^{mill}.5$, et la température minimum de — 13°.2. A terre, le baromètre marquait $755^{mill}.1$, et le thermomètre + 21°.8. Un nuage couvrait l'horizon; sa limite inférieure fut atteinte à 762 mètres environ, et sa limite supérieure à 3,963 mètres au delà. Le ballon fut alors plongé dans un air pur, mais il régnait au-dessus, à une grande hauteur, une masse nuageuse épaisse. Une neige formée de flocons étoilés tomba de temps à autre sur le ballon.

La seconde ascension du 26 août commença à $4^h\ 43^m$ du soir et fut terminée à $7^h\ 35^m$; la descente eut lieu à 10 lieues à l'ouest-nord-ouest de Londres. Le ballon s'éleva à une hauteur de 6,096 mètres, et la température la plus basse observée fut de — 10°.3. A terre, la pression était de $760^{mill}.9$, et la température de + 19°.1. Quelques nuages étaient suspendus dans l'atmosphère à

une hauteur de 900 mètres environ ; au delà le ciel était pur et d'un beau bleu.

La troisième ascension eut lieu le 21 octobre à $2^h\ 45^m$ ; les voyageurs descendirent à $4^h\ 20^m$, à 12 lieues environ à l'est de Londres. Ils ne s'élevèrent qu'à une hauteur de 3,853 mètres ; la plus basse pression observée a été de $475^{mill}.5$, et la plus basse température de — 3°.8. A terre, le baromètre marquait $759^{mill}.2$, et le thermomètre + 14°.2. Entre 254 et 853 mètres le ballon rencontra des nuages détachés et irréguliers ; à environ 915 mètres il pénétra dans une couche nuageuse continue, dont la partie supérieure se terminait à 1,098 mètres. A sa sortie des nuages, le ballon projeta sur leur surface peu irrégulière une ombre entourée de franges. La lumière, directement réfléchie par le nuage, ayant été étudiée avec le polariscope ne présenta aucune trace de polarisation.

La plus grande hauteur à laquelle M. Welsh est parvenu a été atteinte dans le quatrième voyage, exécuté le 10 novembre. Le départ eut lieu à $2^h\ 21^m$, et la descente à $3^h\ 45^m$, près de Folkstone, à 23 lieues à l'est-sud-est de Londres. Le ballon s'éleva jusqu'à 6,989 mètres, et la température minimum observée fut de — 23°.6 ; le baromètre indiqua une pression minimum de $310^{mill}.9$. A terre, le baromètre marquait $761^{mill}.1$, et le thermomètre, + 9°.6. Un premier nuage fut rencontré à 152 mètres de hauteur ; sa surface supérieure se terminait à 600 mètres. Venait ensuite un espace de 620 mètres de hauteur libre de tout brouillard. A 1,220 mètres se trouvait un nouveau nuage qui se terminait à 1,494

mètres. Au delà il n'y avait plus que quelques cirrus placés à une très-grande hauteur.

On voit que dans leurs voyages les aéronautes anglais n'ont pu qu'une seule fois approcher, mais sans l'atteindre, de la hauteur de 7,000 mètres à laquelle sont parvenus Gay-Lussac et MM. Barral et Bixio. La température très-basse de — 23°.6 observée par M. Welsh dans l'ascension du 10 novembre 1852 eût paru certainement extraordinaire si l'expédition faite par nos compatriotes le 27 juillet 1850 n'avait montré un nuage ayant une température beaucoup plus basse.

L'air rapporté par M. Welsh a été analysé par M. Miller, qui lui a trouvé la composition de l'air normal.

Enfin les observations hygrométriques, faites avec soin et en grand nombre par M. Welsh à l'aide du psychromètre et de l'hygromètre de M. Regnault, n'ont pas indiqué d'extrême sécheresse; au contraire, même dans les plus hautes régions, l'humidité atmosphérique relative s'approchait beaucoup de la saturation.

## CHAPITRE VII

### DES PLUS GRANDES HAUTEURS AUXQUELLES LES HOMMES SONT PARVENUS ET DES TEMPÉRATURES OBSERVÉES DANS LES HAUTES RÉGIONS DE L'ATMOSPHÈRE

Il est très-digne de remarque que jusqu'à présent l'homme ne soit pas monté dans l'atmosphère jusqu'à la couche aérienne dans laquelle baignent les sommets les plus élevés des montagnes de l'Ancien et du Nouveau Monde, le Kintschindjinga haut de 8,592 mètres et

l'Aconcagua haut de 7,291 mètres. Toutefois en gravissant les montagnes, l'homme n'a guère pu arriver qu'à 6,000 mètres. En juin 1802, mon illustre ami Alexandre de Humboldt accompagné de M. Bonpland, s'éleva à 5,878 mètres sur le Chimborazo. En décembre 1831, mon autre ami, M. Boussingault accompagné du colonel Hall, atteignit sur la même montagne la hauteur de 6,004 mètres au-dessus du niveau de la mer. Si l'on ajoute à ces deux célèbres excursions, les voyages aéronautiques de Lhoest et Robertson, le 18 juillet 1803, de Gay-Lussac, le 16 septembre 1804, de MM. Barral et Bixio le 27 juillet 1850, de M. Welsh, le 26 août et le 10 novembre 1852, on a le compte total de toutes les entreprises où il ait été donné à l'homme de se maintenir quelques instants dans des couches d'air situées à 6,000 ou 7,000 mètres au-dessus du niveau moyen des mers. Le tableau suivant résume les observations thermométriques et barométriques faites dans ces rares circonstances :

| Noms des voyageurs. | Dates des voyages. | Plus grandes hauteurs atteintes. | Pressions barométriques les plus basses observées (réduites à 0°) | Températures les plus basses observées. |
|---|---|---|---|---|
| | | mètres. | mill. | ° |
| De Humboldt et Bonpland........... | 24 juin 1802. | 5,878 | 376.7 | — 1.6 |
| Lhoest et Robertson. | 18 juil. 1803. | 6,831 | 336.0 | — 6.9 |
| Gay-Lussac........ | 16 sep. 1804. | 7,016 | 328.8 | — 9.5 |
| Boussingault et le colonel Hall..... | 16 déc. 1831. | 6,004 | 371.1 | + 7.8 |
| Barral et Bixio..... | 27 juil. 1850. | 7,049 | 315.0 | —39.7 |
| Welsh............. | 26 août 1852. | 6,096 | 371.1 | —10.3 |
| Welsh............. | 10 nov. 1852. | 6,989 | 310.9 | —23.6 |

Ces chiffres démontrent certainement que dans les

hautes régions atmosphériques, les variations thermométriques ne sont pas moins grandes qu'à la surface de la terre, et que, dans tous les cas, s'il y a dans l'atmosphère terrestre une couche à température constante, il faut admettre qu'elle est probablement beaucoup plus élevée que la plus grande hauteur à laquelle on se soit encore élevé. Pourra-t-on franchir cette hauteur limite de 7,000 mètres, à laquelle se sont arrêtées toutes les ascensions entreprises jusqu'à ce jour? Une seule considération doit faire hésiter à répondre affirmativement. On ne sait pas si l'homme pourra supporter une pression beaucoup plus faible que celle de 311 millimètres, les deux cinquièmes environ de la pression moyenne observée au bord de la mer.

# NOTES

## DESTINÉES A DE NOUVELLES INSTRUCTIONS SUR LES OBSERVATIONS A FAIRE DANS LES VOYAGES SCIENTIFIQUES ET PARTICULIÈREMENT EN ALGÉRIE [1]

### I. — Température.

Rien de plus important au point de vue climatologique que la connaissance des températures des régions de la Terre situées sous diverses latitudes. La comparaison de ces températures déterminées suivant les mêmes procédés et correspondante à diverses années, semble devoir faire connaître si la Terre et l'astre auquel elle emprunte sa chaleur sont arrivés à un état permanent. Mais en y réfléchissant davantage, en songeant aux effets variés provenant de circonstances locales, en voyant à quel point le voisinage d'un lac, d'une forêt, d'une montagne nue ou boisée, celui d'une plaine sablonneuse ou couverte de prairies, peuvent modifier la température, on reconnaît que le problème est plus complexe qu'il ne le paraît de prime abord.

Qui pourrait dire aujourd'hui si le Soleil, source première, source à peu près exclusive de la chaleur de

1. Œuvre posthume. — Ces Notes étaient destinées au Rapport demandé le 25 avril 1853 par le ministre de la guerre sur les observations météorologiques à faire en Algérie.

notre globe, change de constitution physique et d'éclat comme la plupart des étoiles ; qui pourrait alors décider pour quelle part, en dehors des circonstances locales, la variation dans la température terrestre provient d'une variation dans la température de l'astre qui nous éclaire?

Pour lever ces doutes, la physique est aujourd'hui en possession de moyens certains mais dont l'emploi est très-délicat. Un procédé plus simple et très-décisif consiste à évaluer la puissance calorifique des rayons solaires dans des régions où les circonstances locales ne peuvent produire aucun effet appréciable, dans les régions équatoriales, par exemple, situées au milieu de l'océan Atlantique ou dans la mer Pacifique, loin des continents et des grandes îles. Voici des faits qui justifieront au besoin l'exactitude de ces vues théoriques.

D'après des observations faites dans le voisinage de l'équateur, la température moyenne des eaux de l'Atlantique était pour le mois de janvier 1837 de 26°.6 et pour le mois de mai 1839 de 26°.8.

La région équatoriale de l'océan Pacifique donnait, au mois de juin 1837, 26°.9, dans le mois de février 1839 et sous un méridien plus rapproché de celui de l'archipel des îles Galapagos, 26°.9.

L'observation des températures de l'Océan, dans les régions équatoriales, suivant les conditions que nous venons d'indiquer, ne saurait être assez recommandée aux météorologistes comme très-propre à faire connaître s'il faut chercher la cause des variations remarquées en tel ou tel lieu, dans le Soleil ou dans une modification des circonstances loca.es.

Dans un pays tel que l'Algérie où les travaux de la colonisation marchent sans relâche, où les défrichements sont journaliers, les observations régulières du thermomètre dans un lieu donné, pourvu qu'elles embrassent un certain nombre d'années, feront connaître dans quelles limites les travaux des hommes peuvent faire varier les températures. L'agriculteur, l'homme de science, tireront le plus grand parti de ces comparaisons.

De vives discussions se sont élevées entre les météorologistes, au sujet des effets calorifiques que les rayons solaires peuvent produire par voie d'absorption dans différents pays. Les uns citent des observations recueillies vers le cercle arctique, lesquelles sembleraient conduire à cette étrange conséquence : Le Soleil échauffe plus fortement dans les hautes que dans les basses latitudes. D'autres rejettent ce résultat, en prétendant, du moins, qu'il n'est pas prouvé; les observations équatoriales, prises pour terme de comparaison, ne leur semblent pas assez nombreuses; d'ailleurs, ils trouvent qu'elles n'ont point été faites dans des circonstances favorables.

Cette question pourra donc être recommandée à nos observateurs, pourvu qu'ils se servent pour la résoudre des nouveaux instruments auxquels on a donné le nom d'*actinomètres*.

Une observation, qui n'est pas sans quelque analogie avec celle de l'actinomètre, consiste à déterminer le maximum de température que, sous diverses latitudes, le Soleil peut communiquer à un sol aride. A Paris, en 1826, dans le mois d'août, par un ciel serein, nous avons

trouvé avec un thermomètre couché horizontalement et dont la boule n'était recouverte que de 1 millimètre de terre végétale très-fine, + 54°. Le même instrument, recouvert de 2 millimètres de sable de rivière, ne marquait que + 46°.

On sait depuis un demi-siècle, qu'un thermomètre placé, par un ciel serein, sur l'herbe d'un pré, marque 6°, 7° et même 8° centigrades de moins qu'un thermomètre tout semblable suspendu dans l'air à quelque élévation, telle qu'un ou deux mètres au-dessus du sol; mais c'est depuis peu d'années qu'on a trouvé l'explication de ce phénomène; c'est depuis 1817 seulement, que Wells a constaté, à l'aide d'expériences importantes et variées de mille manières, que cette inégalité de température a pour cause la faible vertu rayonnante d'un ciel serein.

Un écran placé entre des corps solides quelconques et le ciel, empêche qu'ils ne se refroidissent, parce que cet écran intercepte leurs communications rayonnantes avec les régions glacées du firmament. Les nuages agissent de la même manière, ils tiennent lieu d'écran. Mais, si nous appelons nuage toute vapeur qui intercepte quelques rayons solaires de haut en bas, ou quelques rayons calorifiques allant de terre vers les régions célestes, personne ne pourra dire que l'atmosphère en soit jamais entièrement dépouillée. Il n'y aura de différence que du plus au moins.

Eh bien, ces différences, quelque légères qu'elles soient, peuvent être indiquées par les valeurs des refroidissements nocturnes des corps solides, et même avec

cette particularité digne de remarque que la diaphanéité qu'on mesure est la diaphanéité moyenne du firmament.

Si l'on voulait déterminer le rayonnement provenant d'une portion très-limitée du ciel, on placerait le thermomètre au foyer d'un miroir métallique et l'on dirigerait l'axe du miroir de manière qu'il aboutît au centre de la région atmosphérique circonscrite dont on voudrait mesurer les propriétés calorifiques rayonnantes, et l'on comparerait ses indications à celles d'un thermomètre auquel un écran déroberait la vue de tout le firmament.

### II. — Crépuscule.

Les observations exactes des courbes crépusculaires et anticrépusculaires ont le précieux avantage de conduire à des déterminations suffisamment précises des hauteurs de l'atmosphère; pourvu que l'on admette que les rayons solaires arrivent à l'œil après une seule réflexion sur les molécules atmosphériques. Or, les phénomènes de polarisation prouvent qu'il n'en est pas ainsi. Cette remarque fait perdre aux observations crépusculaires une partie de l'importance qu'elles auraient eue sans cela.

### III. — Arc-en-ciel.

L'arc-en-ciel est le plus régulier des météores atmosphériques. Sa théorie, grâce aux travaux assidus des géomètres et des physiciens, est arrivée à toute la perfection désirable. Il n'est pas une circonstance relative à sa forme et à sa position qui ne puisse être calculée avec

une précision infinie; aussi n'est-ce pas à ce point de vue que ce phénomène figure dans notre programme: nous recommandons l'observation de l'arc-en-ciel aux observateurs, à raison des conséquences qu'on peut déduire de quelques détails, en apparence insignifiants, sur la constitution intime de la pluie et quelquefois des brouillards.

Le premier arc-en-ciel, le plus brillant, a pour rayon 42° 20′ sur son bord extérieur rouge, et 40° 30′ pour le rayon du bord intérieur violet.

Les couleurs du second arc-en-ciel sont placées en sens inverse de celles du premier. La limite intérieure rouge a pour rayon 50° 20′; la limite extérieure violette a pour rayon 53° 45′.

Théoriquement il doit se former un troisième arc-en-ciel plus faible que les deux précédents et qui, par cette raison, est ordinairement invisible; cet arc situé dans l'intérieur du premier n'est distant du Soleil que d'environ 40°. Sa limite la plus éloignée de cet astre est rouge.

Le phénomène mérite d'être noté lorsqu'il fait son apparition, laquelle est liée à des circonstances photométriques qui se trouvent rarement réunies.

La théorie et l'expérience montrent que les dimensions des arcs-en-ciel dépendent de la puissance réfractive des gouttes d'eau dans lesquelles la lumière se réfracte et se réfléchit, mais cette puissance réfractive va en augmentant lorsque la température diminue, et en diminuant lorsque la température augmente. Les dimensions des arcs-en-ciel formés sur des gouttes partant de nuages très-élevés, c'est-à-dire très-froids, doivent différer des

arcs-en-ciel produits par des gouttes qui se détachent de nuages moins élevés.

On voit donc que si l'on parvient à déterminer avec précision les dimensions angulaires des arcs-en-ciel, on en déduira la température des gouttes de pluie dans les régions les plus élevées qu'elles occupent, problème qui, au premier aspect, semblait difficile à résoudre. A ce point de vue la mesure des dimensions angulaires des arcs-en-ciel offre donc de l'intérêt.

### IV. — Les vents sont, dans la Méditerranée, une cause de dénivellation.

Supposez que le vent du nord souffle avec force pendant plusieurs semaines consécutives, et l'eau s'élèvera sur le rivage de notre colonie algérienne d'une manière notable au-dessus de son niveau habituel. Le vent du sud amènera l'abaissement de la Méditerranée le long de la côte septentrionale de l'Afrique et son augmentation sur les côtes méridionales de la France. Ce phénomène mérite le plus sérieux examen, car il en résulte que par le vent du nord, l'eau de la mer peut faire irruption dans une portion du continent africain et se mêler aux eaux douces qui forment des étangs près du rivage. Or, il est démontré que ce mélange donne lieu à des émanations pestilentielles, cause première des fièvres paludéennes si fatales aux populations. Un mémoire de M. Gaetano Giorgini ne laisse aucun doute sur la vérité de tout ce que nous venons de dire. L'auteur italien démontre que le territoire de Viareggio, près de Lucques, devenait insalubre toutes les fois que la porte

d'écluse construite dans la localité et destinée à empêcher l'eau de la mer de se déverser dans l'eau douce des lagunes voisines, n'était pas tenue en bon état.

L'importance de ce résultat me fera pardonner d'avoir insisté ici sur des phénomènes de dénivellation qui doivent avoir tant d'effets sur la santé publique, quoique ces phénomènes paraissent sans liaison avec la météorologie.

# OBSERVATIONS BAROMÉTRIQUES

## DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA NAVIGATION [1]

---

Dans nos climats, la hauteur du baromètre varie considérablement avec la direction du vent régnant. Cette influence de l'orientation du vent s'affaiblit à mesure qu'on se rapproche de l'équateur; mais suivant quelle loi? La question n'est pas encore résolue.

On ne sait pas davantage si, à égalité de latitude, les vents symétriquement orientés relativement aux pôles nord et sud, exercent des actions exactement pareilles dans les deux hémisphères, ni sur un même hémisphère vers les côtes orientales et occidentales.

Nous croyons, dès à présent, devoir inviter les ingénieurs hydrographes à discuter, sous ce point de vue particulier, leurs propres observations et celles des voyageurs qui les ont précédés.

Flinders trouva, sur la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande, que les vents de mer modérés font monter le baromètre; que les vents de terre modérés le font baisser. Cette loi, par parenthèse, le conduisit une fois à deviner le gisement d'une portion de côte qu'on n'avait pas encore explorée et dont la vue lui était dérobée par

1. Œuvre posthume.

les brouillards. Nous recommandons cette remarque à l'attention de MM. les ingénieurs hydrographes. Il sera utile de discuter sous le même point de vue les observations qui ont été faites le long de la côte orientale du même continent; de rechercher enfin s'il est vrai, comme on l'a annoncé, qu'au port Jackson le mauvais temps soit annoncé par un mouvement ascendant du baromètre, et le beau temps par un mouvement descendant.

Les mouvements que le baromètre éprouve dans les régions où règnent les moussons sont très-dignes de l'attention des physiciens. Les étudier attentivement, ce serait se mettre sur la voie d'une théorie complète de ce mystérieux phénomène. Par théorie complète, nous entendrions une théorie qui ne s'attachant pas exclusivement au sens des oscillations de la colonne mercurielle, en assignerait aussi la valeur numérique. Les registres, tenus à bord de plusieurs de nos bâtiments, renferment des documents extrêmement précieux où le théoricien trouvera un guide fidèle.

La météorologie possède très-peu d'observations faites en pleine mer, assez exactes pour donner, sans équivoque, la valeur du changement diurne régulier de la pression atmosphérique, pour permettre d'établir une comparaison satisfaisante entre les amplitudes que cette singulière oscillation atteint sous différentes latitudes. La discussion des observations barométriques consignées dans quelques journaux nautiques éclaircira certainement la question.

Le XCV[e] volume des *Transactions philosophiques* renferme un Mémoire dont les météorologistes et les marins

ne paraissent pas s'être suffisamment occupés. Ce Mémoire, cependant, ne se recommandait pas seulement à l'attention, par la singularité des résultats : il avait pour auteur Horsburgh, qui jouit parmi les navigateurs d'une estime méritée ; il paraissait sous les auspices de Henry Cavendish.

Dans le Mémoire en question, Horsburgh affirme que l'oscillation barométrique diurne disparaît dans certains ports, quoique sur les mêmes parages, mais en pleine mer, elle reste très-sensible.

Dans le port de Bombay, du 6 au 23 août 1802, Horsburgh n'aperçut que des traces de la variation diurne. Le 26, le jour même où le navire mit à la voile, le phénomène se montra nettement dès qu'on fut à quelque distance de la côte.

Il ne sera pas inutile de dire qu'en 1803 Horsburgh constata l'absence de variation diurne dans le même port de Bombay, à une autre époque de l'année (depuis le 18 janvier jusqu'au 20 mai), et qu'à peine en pleine mer, pendant la journée du 23 mai, l'habile navigateur vit le phénomène se manifester de nouveau.

A Canton, sur la rivière ou à terre, la variation diurne fut très-peu apparente durant les mois d'octobre et de novembre 1802; mais à peine le navire d'Horsburg atteignit-il la pleine mer, que l'oscillation reprit sa marche habituelle.

Pendant un second voyage à Canton, en 1803, l'oscillation diurne demeura de même insensible en juillet, en août, et durant la première moitié de septembre. Le navire ayant ensuite mis à la voile, l'oscillation se repro-

duisit, quoiqu'on ne fût pas extrêmement loin de terre.

Le célèbre hydrographe croit avoir remarqué que dans des détroits, tels que ceux de Malacca, de Singapore, l'oscillation diurne est une sorte de moyenne entre l'oscillation à peine sensible des ports, et l'oscillation considérable qui se produit en pleine mer.

Ces résultats sont très-importants. Malheureusement Horsburgh les a publiés sans donner les pièces à l'appui, sans imprimer les tableaux de ses observations. Les recherches faites en Europe ont établi que la variation diurne à parité de latitude est moindre près des côtes que dans l'intérieur du continent; mais nulle part, sous des latitudes modérées, cette variation n'a entièrement disparu; nulle part l'influence de la mer n'a complétement masqué le phénomène. Nous pourrions citer également des points nombreux, situés soit entre les tropiques, soit seulement par de faibles latitudes, où la période diurne est très-sensible, malgré le voisinage de la mer; mais toutes ces citations ne feraient qu'ajouter à la singularité des observations de Bombay et de Canton. Il faut donc s'attacher principalement à constater la réalité des faits annoncés par Horsburgh; or, rien ne pourrait conduire plus directement à ce but, que l'examen des registres météorologistes tenus à bord de plusieurs de nos navires pendant les traversées entre Manille et Canton.

Tout changement local de pression devant donner lieu à un déplacement de l'atmosphère, on doit s'attendre à trouver une différence notable entre les lois qui président à la formation des brises de terre et des brises de mer

dans les lieux sans variation diurne, et les lieux où le baromètre éprouve chaque jour des changements de hauteur à des heures fixes du jour.

Les journaux nautiques, conservés au dépôt de la marine, renferment, sans aucun doute, une partie des données nécessaires pour résoudre la question que voici : Quelles sont les zones océaniques où le mercure se soutient, dans le baromètre, constamment au-dessus ou constamment au-dessous de la hauteur moyenne générale ?

La solution de cette question n'intéresse pas seulement la météorologie, car, répétons-le, la différence des hauteurs barométriques doit influer sur la production des vents et des courants, sujet si mystérieux, si obscur, et si digne, à tous égards, de l'attention des navigateurs.

SUR

# LES PHÉNOMÈNES DE LA MER[1]

## I. — Des lames ou vagues.

Est-il vrai que, même loin des côtes, les lames de la Méditerranée diffèrent des lames de l'Océan, qu'elles soient plus courtes, qu'elles fatiguent davantage les navires, qu'elles les fassent plus fortement tanguer?

Presque tout le monde s'accorderait à répondre affirmativement, sans que cela doive empêcher de chercher à établir la vérité du fait sur des expériences, sur des mesures précises, qui, en tout cas, donneraient la valeur numérique qu'acquiert la différence au maximum; qui montreraient ce qu'on doit penser de l'hypothèse mise en avant par certains navigateurs théoriciens, que dans une mer indéfinie, battue sans cesse par le même vent, il n'y aurait aucune limite aux dimensions des lames.

Par de simples aperçus, on attribuait jadis aux vagues des hauteurs énormes. Ces folles exagérations, fruit de la peur, ont disparu dès qu'on a eu recours à des moyens précis de mesures. Néanmoins, il sera utile de profiter de toutes les occasions qui pourront se présenter de renouveler les expériences; de déterminer la limite d'élévation

1. Œuvre posthume.

que les vagues ne dépassent jamais dans aucun parage; de voir comment ces hauteurs peuvent être modifiées par la profondeur de la mer; de décider si, comme des marins croient l'avoir reconnu, la mer est toujours moins grosse sur le banc de Terre-Neuve qu'au large; de constater, enfin, que les accores de ce banc sont toujours indiqués par un changement brusque dans la nature des lames, quoique la profondeur de l'eau n'y soit nulle part moindre de 50 brasses (81 mètres).

Ceci conduira à examiner, dans l'intérêt de la science et de la navigation, les lames de fond, c'est-à-dire la source, l'origine de ces coups de mer irréguliers qui dénotent le voisinage des roches sous-marines accores, en d'autres termes, tout changement subit dans la profondeur de l'eau; de ces jets qui, par une mer calme, de ces mouvements particuliers qui, par un temps brumeux, ont quelquefois, comme nous pourrions en citer de nombreux exemples, averti de l'approche des dangers et prévenu des naufrages.

Les lames, envisagées sous leurs différents aspects, offrent un champ de recherches presque inépuisable. Naguère on se trompait du simple au double sur leur hauteur maximum; on ne sait presque rien, même aujourd'hui, sur leur longueur, sur leur vitesse, etc., et cependant ces éléments ne sont pas difficiles à obtenir.

J'ai donné[1] la description d'un procédé à l'aide duquel on arrivera à mesurer avec précision la hauteur des vagues. M. Coulvier a proposé, pour résoudre le même

1. *Instructions*, p. 74.

problème, de noter les accidents arrivés à des navires sur des hauts-fonds connus; de soustraire de la hauteur moyenne de l'eau en ce point le tirant d'eau du navire, et de doubler le reste. Par cette méthode, on peut bien obtenir la hauteur des vagues sur un écueil, mais cette question est totalement différente du problème général qu'avait posé l'Académie dans les Instructions pour le voyage de *la Bonite*, la hauteur des vagues en pleine mer.

Dans un terrible coup de vent reçu à la hauteur des Açores, et qui dura du 9 au 22 février 1841, M. de Missiessy, officier de marine, embarqué sur le brick *le Sylphe*, marchant de conserve avec le brick *le Cerf*, s'attacha à déterminer où aboutissait, sur la mâture de ce second bâtiment, le rayon visuel mené tangentiellement aux crêtes de deux vagues consécutives. Cette observation lui donna pour la hauteur maximum des vagues, de 13 à 15 mètres[1].

### II. — Sur la vitesse des vagues à la mer.

Pour déterminer la vitesse des vagues de l'Océan, on jette le loch à la mer; quand la planchette est à une certaine distance connue, on note le moment où elle est au sommet d'une vague et ensuite celui de l'arrivée de cette vague à la poupe du bâtiment. On a ainsi la vitesse relative de la vague. En ajoutant à ce nombre la vitesse du bâtiment, on obtient la vitesse absolue cherchée. On suppose, bien entendu, que la vague marche dans le même sens que le navire.

1. Voir dans le Rapport relatif au voyage de *la Vénus*, les résultats obtenus pour la mesure de la hauteur des vagues (p. 277).

M. David Thomson a trouvé ainsi une vitesse de 30 milles (14 lieues) par heure (latit. 36° 20′ S., long. 10° E.). M. Wollaston, sur la côte de Yorkshire, a obtenu 60 milles (28 lieues) par une autre méthode. Le capitaine Tate, dans la mer de Chine, 16 milles (7l.4) (*Philos. mag.*, 1823, vol. LXI).

### III. — Erreurs de l'estime.

Les erreurs de l'estime sont-elles assez importantes pour qu'il y ait lieu de s'en préoccuper, pour qu'il vaille la peine de recourir à des méthodes d'observation raffinées? Quelques nombres répondront à cette question :

D'après la discussion à laquelle Fleurieu a soumis les observations du capitaine Marchand, ce navigateur avait trouvé :

Au nord de l'Atlantique des courants qui parcouraient 17 lieues par jour;

Dans l'océan Pacifique, Freycinet rencontra des courants qui faisaient 23 lieues en 24 heures;

*Le Blossom*, employé à un voyage scientifique, aurait fait, par l'estime, dans son passage de Ténériffe au Brésil, une erreur de 81 lieues;

Dans l'hémisphère sud, pendant le voyage de Marchand, l'erreur de l'estime, en dix jours, fut une fois de 89 lieues.

L'erreur de l'estime est la cause principale des naufrages. Jugez alors de son importance par ces résultats statistiques :

Dans la marine anglaise, il se perd, en moyenne, plus

de cinq cents bâtiments par an (trois navires tous les deux jours) !

Depuis Dunkerque jusqu'à Saint-Jean-de-Luz, il se perd en moyenne 88 bâtiments par an.

### IV. — Moyen perfectionné de découvrir les écueils.

Le navigateur obligé de diriger son navire au milieu d'une mer parsemée d'écueils ne manque jamais de placer *une vigie* au plus haut d'un des mâts. De là on aperçoit les dangers contre lesquels le bâtiment irait se briser, mieux et plus tôt que de dessus le pont. L'expérience constate le fait; la théorie en développe les causes.

L'écueil sous-marin situé à une distance déterminée doit être, toutes choses égales, d'autant plus visible, *d'autant plus* lumineux, que l'œil de l'observateur s'élève davantage au-dessus de la surface de l'eau. D'autre part, la mer, dans la partie correspondante à l'écueil, réfléchit, au contraire, *d'autant moins* de lumière, que le rayon visuel fait un plus grand angle avec sa surface. C'est cette seconde lumière qui affaiblit toujours et masque quelquefois entièrement la première, celle de l'écueil. Eh bien, en se plaçant dans des conditions convenables, la lumière réfléchie par la surface liquide peut être complétement séparée de celle qui vient de l'écueil; on l'arrête isolément dans sa marche; on ne laisse parvenir à l'œil que la lumière qui vient du fond de l'eau.

L'instrument à l'aide duquel on réalise d'aussi étonnants résultats, et dont j'ai donné la description ailleurs[1],

1. *Instructions*, p. 79.

mérite certainement de fixer l'attention des navigateurs instruits. Les résultats auxquels ils parviendront serviront ensuite de guide à tout le monde.

### V. — Courants.

Rien n'intéresse à un plus haut degré l'art nautique, que l'étude des courants qui sillonnent l'Océan dans tous les sens. L'ouvrage que Rennel a publié sur cette matière en a fait ressortir toute la difficulté. Le peu de concordance et de netteté des résultats tient, sans doute, en grande partie, au défaut de précision des données que l'illustre hydrographe anglais a mises en œuvre; mais il est permis, en outre, de croire que Rennel n'a pas établi une distinction suffisante entre les courants superficiels et les courants de masse qui entraînent, d'une manière permanente, des sections entières de l'Océan dans une direction déterminée. Cette étude doit être entièrement reprise. Des déterminations de la température de la mer, des sondes thermométriques précises, tels sont les éléments qui, combinés avec de bonnes observations de longitudes, conduiront à une solution satisfaisante du problème. Mais la discussion de ces éléments exigera, de la part de l'ingénieur, l'alliance des méthodes les plus subtiles du calcul astronomique et des connaissances profondes en physique.

Les courants peuvent se partager en trois ordres : courants généraux, courants accidentels (produits par les vents) et courants des marées.

Les courants des marées sont liés au jeu du flux et

reflux, et l'on déterminera leurs lois en suivant leurs variations sur le même point pendant deux ou trois jours à l'époque des grandes marées syzygies et à l'époque des faibles marées quadratures.

Il est nécessaire que ces observations s'effectuent simultanément sur cinq ou six points convenablement choisis aux abords de la localité que l'on explore. Il conviendrait d'employer un loch d'assez grandes dimensions. On pourrait avoir des lochs de deux mètres de haut très-maniables en les construisant en toile.

Parmi les grands courants connus, qui devront fixer plus particulièrement l'attention des ingénieurs hydrographes, nous citerons :

Le Gulph-Stream, ou courant du golfe, qui longe, à une certaine distance, la côte orientale des États-Unis, depuis la Floride jusqu'au banc de Terre-Neuve. On ne sait pas si c'est un courant de masse ou un courant seulement superficiel ;

Le courant d'eau froide qui règne le long de la côte occidentale de l'Amérique méridionale et qui a été étudié pendant les voyages de *la Coquille* et de *la Vénus*[1];

Le courant d'eau chaude qui passe sur le banc des Agullas, près du cap de Bonne-Espérance. On ignore si les eaux superficielles se meuvent seules ;

Le courant d'eau chaude qui s'étend à travers l'océan Pacifique, des côtes de la Chine aux côtes occidentales de l'Amérique et qui, il y a quelques années, entraîna jusqu'à ces derniers parages, une jonque japonaise.

1. Pages 199 et 268.

Ce courant ne parcourt pas moins de 24 lieues en 24 heures. On ne sait pas s'il est superficiel ou s'il doit être rangé parmi les courants de masse;

Le courant chaud que la frégate *la Vénus* traversa, en janvier 1839, dans le sud-sud-est de la terre de Van-Diemen, devra être l'objet d'investigations analogues[1]. Il faudra rechercher s'il a, quant à la température, la permanence des deux courants que nous avons déjà cités et s'il doit être rangé dans les courants de masse;

Le courant qui, de la baie de Baffin et des côtes du Groenland, se dirige vers le banc de Terre-Neuve. Il sera intéressant de déterminer comment ce courant et le Gulph-Stream s'étant confondus, il en résulte deux embranchements dont l'un, dirigé à l'est-nord-est, continue sa course le long des côtes de Norvége jusqu'au cap Nord; et l'autre, après s'être porté primitivement à l'est-sud-est, et avoir longé ensuite les côtes d'Espagne et de Portugal, va définitivement se confondre avec le courant équinoxial.

Le courant équinoxial, effet probable des vents alizés, envisagé relativement à sa vitesse, à sa direction un peu changeante suivant les saisons, à la manière dont il se réfléchit sur les côtes orientales d'Amérique pour donner naissance à des courants dérivés, doit fixer particulièrement l'attention des navigateurs. La discussion des observations nous apprendra, à ce sujet, bien des choses que nous ignorons.

Lorsqu'on a réuni à terre une suite d'observations

1. Page 272.

météorologiques suffisamment étendues, on peut facilement déterminer les vents dominants pour l'année, pour le mois, pour la semaine, pour un jour déterminé. On n'arrivera au même résultat, quand il s'agira d'un point situé au milieu des mers, qu'en discutant les journaux des navires qui, dans diverses saisons, ont traversé le point en question.

En dépouillant les nombreux journaux de bord conservés dans les archives du dépôt de la marine, on arrivera aussi à reconnaître, si le courant passant par un point déterminé, a toujours la même direction, la même force, la même vitesse.

Quel parti, dira-t-on, l'art nautique pourra-t-il tirer de ces minutieuses recherches? La réponse sera simple et péremptoire. La voici :

Jadis les traversées moyennes entre New-York et Rio de Janeiro étaient de 40 à 50 jours. Depuis qu'on a pu déterminer la route la plus convenable sur une étude approfondie des vents et des courants, la durée moyenne de la traversée a été réduite à 29 jours.

J'ajouterai encore que l'ignorance des courants des marées a causé d'immenses désastres : la perte de l'escadre de l'amiral Lalande et d'un grand nombre de navires marchands sur les côtes de la Caramanie en 1804 ; les pertes du *Héro*, de la *Défiance*, du *Minotaure*, navires de 74, et du *Saint-Georges*, navire de 98, monté par l'amiral Reynolds, sur les côtes du Texel, en 1810, etc.

VI. — Courants au détroit de Gibraltar.

Il y a dans ce détroit : au milieu, un courant dirigé de l'ouest à l'est, et marchant avec une vitesse de 2 milles ($3^{kil}.7$) à l'heure ; deux contre-courants peu considérables dirigés de l'est à l'ouest sur les côtes d'Europe et d'Afrique ; et enfin un courant inférieur, dans le milieu même du détroit, dirigé de l'est à l'ouest, ou en sens contraire du courant supérieur principal.

Un bâtiment hollandais coulé à fond, dans le milieu du détroit, quatre lieues à l'est de Tanger, fut transporté en peu de jours par le courant inférieur jusqu'à Tanger même et conséquemment dans la direction est-ouest. (*Trans. philos.*, 1724, t. XXXIII, p. 191.)

Le docteur Marcet rapporte, sur l'autorité du docteur Macmichael, qui, lui-même, tenait ce fait du consul anglais à Valence, qu'un vaisseau se perdit, il y a quelques années, à Ceuta, sur la côte d'Afrique, et que ses débris (*its wreck*) furent jetés à Tarifa, située sur le continent d'Europe et plus de 2 milles à l'occident de Ceuta. (*Trans. philos.* pour 1819.)

Dans la baie de Gibraltar, entre le cap Europe et Cabrita, le docteur Macmichael n'atteignait pas le fond, quoique le cordeau de sa sonde eût 457 mètres (*ibid.*).

On trouve dans le XXXIIIe volume des *Transactions philosophiques*, années 1724 et 1725, pages 191 et 192, un fait qui semble, mieux encore que celui que rapporte M. Marcet, pouvoir être considéré comme une démonstration de l'existence d'un courant inférieur dirigé, dans le

détroit de Gibraltar, de l'est à l'ouest. En voici la traduction littérale :

« Dans l'année 1712, le commandant du corsaire de Marseille, nommé *le Phénix*, M. de l'Aigle, ce capitaine si heureux dans ses entreprises, donnant chasse à un bâtiment hollandais, près de la pointe de Ceuta, l'atteignit au milieu du détroit, entre Tarifa et Tanger, et le choqua avec tant de force, que ce bâtiment coula bas immédiatement. L'équipage fut sauvé par les soins de M. de l'Aigle. Peu de jours après, le navire coulé, avec son chargement d'huile et d'eau-de-vie, sortit des flots sur le rivage près de Tanger, quatre lieues au moins à l'ouest de l'endroit où il avait été coulé bas ; en sorte que la direction de sa marche avait été précisément contraire à celle du courant supérieur. Aussi beaucoup de personnes ont-elles été persuadées par là qu'il y a, dans le milieu du détroit, à une profondeur considérable, un contre-courant dirigé de l'est à l'ouest, et que probablement une grande partie de l'eau qui se précipite vers le détroit retourne à l'Océan par cette route ; autrement le bâtiment en question aurait été entraîné d'abord vers Ceuta, et ensuite plus avant à l'est. J'étais à Gibraltar à cette époque, et j'y vis 100 barriques d'eau-de-vie, provenant de la cargaison, qui nous furent envoyées de Tanger ; j'eus aussi l'occasion de m'entretenir avec le capitaine du bâtiment hollandais, et il montra au gouverneur de la place, à moi-même et à quelques autres personnes, le lieu où le bâtiment avait coulé... L'exactitude de son récit se trouve d'ailleurs pleinement confirmée par les Espagnols qui, de la côte, avaient vu l'événement. »

## VII. — Couleur de la mer et des eaux des fleuves.

Lorsqu'un navigateur a été privé, pendant plusieurs jours consécutifs, de la vue des astres, il est obligé de se tenir en garde contre les erreurs, quelquefois considérables, de l'estime. Des courants inconnus ont pu entraîner son navire, près d'un écueil, près d'un banc de sable, près des côtes d'une île ou d'un continent, sans que rien, dans les procédés dont l'hydrographie fait usage, ait conduit à soupçonner le danger.

On a recours alors, pour se diriger, à des moyens secondaires très-délicats parmi lesquels je ne discuterai ici que ceux qui sont empruntés à des changements dans la couleur de la mer.

D'après le témoignage, à peu près unanime des observateurs, l'eau de la mer Méditerranée, de l'océan Atlantique, de la mer Pacifique, dans son état de pureté, est par réflexion, d'une couleur bleu d'outremer, bleu d'indigo, bleu céleste ou bleu d'azur vif.

Lorsque l'atmosphère est pure, la surface de la mer tranquille est d'un azur plus vif et plus brillant que celui du ciel.

Lorsque la mer est agitée, sa surface a une teinte verdâtre d'autant plus foncée que l'agitation est plus forte ; cette teinte passe au vert sombre lorsque le temps est couvert.

Des matières étrangères altèrent la teinte naturelle. Par exemple, les longues bandes vertes qu'on rencontre dans les régions polaires renferment des myriades de

méduses dont la couleur jaune mêlée à la couleur bleue de l'eau engendre le vert. C'est à une semblable cause, à la présence d'animalcules colorés, que sont dues les zones laiteuses, les zones rouge de carmin, que les navires ont traversées dans diverses régions. Près de l'embouchure des grandes rivières, enfin, la mer a une teinte brune provenant de la vase tenue en suspension. Ce n'est pas de ces teintes, dépendantes de l'impureté de l'eau, que je veux m'occuper. J'entends considérer les changements de nuance qui doivent être attribués à des causes tout à fait différentes.

Dans la baie de Loango, les eaux sont toujours fortement rougeâtres. Tuckey s'est assuré que le fond de la mer y est naturellement rouge [1]. C'est donc la couleur du fond qui se mêle à la couleur réfléchie par l'eau et la masque entièrement.

Dans les parages où la mer a peu de profondeur, un fond de sable fin et blanc donne à l'eau une teinte grisâtre ou vert-pomme; là où le sable est jaune, l'eau paraît d'un vert plus ou moins sombre, etc. Ces résultats sont très-faciles à expliquer d'après les lois de l'optique.

En résumé, lorsqu'on approche d'un écueil, d'un banc, d'un haut-fond, on doit s'attendre à voir la mer changer de couleur. Les marins sont très-attentifs à noter de pareils changements; ils en tirent d'utiles indications.

Mais il est des phénomènes dont on ne se rend pas aussi facilement compte.

Des navigateurs rapportent qu'en arrivant de la pleine

1. Voir page 422.

mer sur le banc des Agullas, la couleur de l'eau passe subitement de la teinte bleue à la teinte verdâtre. Cependant, sur le banc même, la mer a 200 mètres de profondeur. Il faudrait donc accorder, pour appliquer ici le système d'explication précédent, que la lumière solaire, après avoir pénétré une profondeur de liquide de 200 mètres, a conservé assez d'intensité pour qu'après s'être affaiblie d'abord par sa réflexion sur le sable, et ensuite par son retour à travers 200 mètres d'eau, elle soit encore capable d'altérer par son mélange la teinte naturelle de la surface. Ceci paraît difficile à admettre. En tout cas, le fait mérite d'être éclairci par une série d'expériences directes dont il serait aisé de tracer le programme. La navigation est encore plus directement intéressée à cette investigation que la physique générale.

Il semble avéré que la couleur de l'Océan change aussi quelquefois par des causes totalement indépendantes de la profondeur de l'eau. Sur des lacs de la Suisse, sur celui de Genève notamment, les changements paraissent dépendre de la direction du vent. Le vent de bise surtout exerce une influence remarquable. Pourquoi les mêmes causes ne produiraient-elles pas les mêmes effets en pleine mer? Il est inconcevable que cette question ne soit pas résolue! Le voile qui, malgré l'attention soutenue mais non dirigée par la science de tant de millions de navigateurs, couvre encore ces intéressants phénomènes, s'abaissera, n'en doutons pas, devant celui qui les étudiera à l'aide des méthodes et des instruments dont l'optique s'est enrichie depuis quelques années.

S'agira-t-il, par exemple, de faire la part, dans les

changements de coloration, de la lumière atmosphérique réfléchie par la surface de la mer? Cette lumière pourra être totalement éliminée en mettant à profit certaines propriétés des rayons polarisés. Un instrument très-simple, déjà décrit[1], permettra de déterminer la nature de la lumière transmise par l'eau. On pourra calculer ensuite sans difficulté la teinte résultant du mélange de la couleur transmise et de la couleur réfléchie, et les teintes de contraste dont on aurait grand tort de faire abstraction. Enfin la solution d'un problème important sera la conséquence d'une série d'expériences qui n'ont rien de vague, d'incertain, d'indéterminé, et qu'exécuteraient à merveille les ingénieurs, tels que les hydrographes, qui se sont familiarisés à l'École polytechnique avec les progrès les plus récents de l'optique.

Dans un voyage d'Angleterre aux îles Caraïbes la couleur de la mer passa graduellement du vert au sombre et ensuite au bleu (*from green to darkish and so to blue*). Au retour, les teintes se présentèrent dans l'ordre inverse: bleu, sombre et vert.

A la Barbade, dans l'endroit où les bâtiments jettent l'ancre, la mer est bleue; très-près de la côte, les eaux sont blanchâtres. Il en est de même à la Jamaïque. Près de terre, l'eau de la mer est d'un blanc transparent (*transparently white*) ; quelques brasses plus loin vers le large elle est d'un bleu transparent (*transparently blue*). (*Trans. philos.*, 1665-1666, p. 496, vol. I-II.)

Pendant que le navigateur à qui nous empruntons ces

1. *Instructions*, p. 112 et 113.

remarques était dans la mer sombre, marchant de la mer verte vers la mer azurée, le sommet de chaque vague soulevée du côté du soleil, avait une teinte azurée, tandis que tout le reste de la même vague était sombre et presque noir. Au retour, le sommet des vagues paraissait déjà vert, alors même qu'on était encore dans la mer sombre, et assez longtemps avant que la mer entière eût acquis cette teinte verte. La mer qui était azurée, par un beau soleil dans un jour serein, acquérait une teinte sombre et semblait moins transparente par un temps couvert. Dans la mer verte, la couleur paraissait être la même, que le ciel fût transparent ou couvert. (*Trans. philos.*, vol. III, 1668, p. 700.)

Il se trouve entre la latitude de Pesco et celle de Lucca, à une distance considérable de la côte, une bande d'eau rouge vif, dont le fond est, d'après les navigateurs, à une profondeur de plus de 35 brasses (57 mètres).

Suivant M. Osburn, depuis le mois de janvier jusqu'au mois de mai, le Nil est d'une couleur bleue très-foncée.

A Götheborg, selon Davy, la mer était d'un très-beau vert, avec des milliers de méduses des plus belles couleurs. Le ciel était d'un beau bleu. La couleur de la mer n'était-elle pas d'un si beau vert par contraste ?

A Christiansand, le Torjedale, large comme le Rhône à Lyon, parut aussi, selon Davy, d'une belle couleur verte, l'eau étant parfaitement transparente.

Les rivières norvégiennes sont remarquablement pures, leurs couleurs tendent toujours au vert ; Davy n'en a vu aucune qui présentât la couleur du bleu céleste qui

caractérise le Rhône. En agitant fortement les eaux du Rhône je suis parvenu à y manifester facilement une couleur verte.

Le Götha est représenté comme une rivière très-belle, très claire et très-verte.

A Gorizia, l'Isonzo est d'une couleur d'azur pâle, avec une légère teinte blanche ; la rivière sort de terre.

L'eau du Zezere, près de sa chute, est remarquablement bleue; l'horizon le plus près se compose de collines boisées.

A Ischl, la Traun est d'un vert magnifique, plus pâle que le Rhin.

A Voglabrück, l'Agger est remarquablement claire et bleue.

Les sources de l'Inn sont très-limpides et d'un bleu clair foncé.

La tradition du feu, qui se rattache à celle de la fumée, a dû en partie son origine, selon toute probabilité, au caractère phosphorescent des eaux de la mer Morte pendant la nuit. Nous ne sommes pas certain que ce phénomène ait été remarqué par d'autres voyageurs. « La surface du lac, dit le lieutenant Lynch, était entièrement recouverte d'une écume phosphorescente, et les vagues, en se brisant contre le rivage, répandaient une lumière sépulcrale sur les broussailles mortes et les fragments de rocher, dispersés le long de ces bords. »

Le lieutenant Lynch cite un fait plus extraordinaire :

« Depuis notre retour, dit-il, des gouttes d'eau de la mer Morte ont été placées sous la lentille d'un puissant microscope, et il a été impossible d'y découvrir le plus

petit animalcule ou le moindre vestige de matières animales[1]. »

### VIII. — Des marées.

La surface de la mer par l'action des marées s'élève et s'abaisse successivement au-dessus et au-dessous du plan qu'elle conserverait si elle n'était pas soumise aux attractions de la Lune et du Soleil ; ce plan est ce qu'on appelle le *niveau moyen*. Il se détermine par la comparaison des pleines et basses mers. Le mouvement vertical de la mer par rapport à ce niveau varie chaque jour en raison de la position de ces astres ; mais, outre cette variation, qui est générale, la marée diffère encore d'un lieu à un autre par l'effet de la forme des côtes qu'elle vient frapper. Toutefois, provenant toujours d'une même cause, les mouvements de la mer demeurent proportionnels entre eux, et il existe un rapport constant entre toutes les marées d'un lieu et celles d'un autre. On pourrait obtenir par les observations ce rapport pour chaque lieu, mais on détermine ordinairement, ce qui revient au même, l'*unité de hauteur* ou la quantité dont la mer s'élèverait et s'abaisserait par rapport au niveau moyen, si le Soleil et la Lune étaient, à l'instant de leur conjonction, dans l'équateur et dans leurs moyennes distances à la Terre.

Les observations de marées, faites sur les côtes de France, ont fourni les moyens de déterminer pour un

1. Voir p. 106 à 113, p. 280 et p. 313 à 319, d'autres passages sur la couleur de la mer.

grand nombre de points l'unité de hauteur et le niveau moyen ; mais on a été souvent obligé, pour obtenir les basses mers, d'établir des échelles d'observations à une certaine distance de la côte, attendu que, pour les grandes marées du moins, le lieu ordinaire d'observation asséchait. Dans l'intérieur des rivières le même inconvénient avait lieu, à la différence près que la mer, en se retirant, laissait à découvert non plus le sol, mais la surface des eaux de la rivière. Là il n'était pas possible, en portant une échelle plus avant, d'avoir la basse mer ; car ce retirement de la mer avait lieu sur toute la largeur de la rivière. Cet effet se manifestait en ce que, au delà d'une certaine grandeur de la marée, le niveau de la basse mer restait constant. Il n'était donc plus possible d'obtenir le niveau moyen et l'unité de hauteur par la comparaison des pleines et des basses mers ; mais le rapport constant qui existe entre les marées donne le moyen, en comparant les pleines mers observées dans l'intérieur de la rivière avec les pleines mers observées à l'embouchure en un point dont on connaît le niveau et l'unité, d'obtenir les équations suffisantes pour déterminer ces mêmes quantités pour les points situés dans l'intérieur.

Des observations ayant été faites en 1825, en quatre points, dans l'intérieur de la Gironde, savoir : à Saint-Surin, à l'extrémité nord de l'île de Patiras, au Bec d'Ambez et à Bordeaux, on a appliqué ce moyen pour déterminer pour chacun de ces points l'unité de marée et le niveau moyen.

A Saint-Surin on a trouvé par la comparaison des pleines mers observées en ce lieu avec celles de Cor-

douan et de Royan, que le plan par rapport auquel les marées supérieures étaient proportionnelles à celles de l'embouchure était élevé de 2m.62 au-dessus du zéro auquel ont été rapportées les sondes de la rivière, et que l'unité de hauteur était de 2m.25. Comme en ce point, qui n'est éloigné de Royan que de 12 milles (22 kilomètres), les basses mers varient toujours avec la grandeur de la marée, et que, par conséquent, on peut les observer, on a voulu savoir ce que les données obtenues par les pleines mers donneraient pour les basses mers. On a reconnu qu'en calculant la hauteur de l'eau au-dessous du niveau moyen obtenu ci-dessus, on trouvait toujours une élévation plus grande que celle qui avait été observée, et cela d'une quantité constante égale à 0m.37. Il a été facile de conclure de là que les marées inférieures auraient encore, en ce point, le même rapport avec les marées de l'embouchure que les marées supérieures, en rapportant toutefois les premières à un niveau plus bas de 0m.37 que celui auquel on rapporterait les secondes.

Les mêmes calculs appliqués aux autres points ont donné le même résultat; c'est-à-dire, 1° qu'on peut en chaque point déterminer un plan ou niveau moyen par rapport auquel les marées supérieures soient proportionnelles aux élévations de la mer à Cordouan, au-dessus du niveau moyen; 2° qu'on peut aussi déterminer un autre plan ou niveau moyen par rapport auquel les marées inférieures aient avec les abaissements de la mer à Cordouan, au-dessous du niveau moyen, le même rapport qui existe pour les marées supérieures.

La différence de ces plans va en augmentant à mesure

qu'on s'avance dans la rivière; ainsi elle est à Saint-Surin de $0^m.37$; à Patiras, de $0^m.74$; au Bec d'Ambez, de $1^m.03$; et à Bordeaux, de $1^m.41$ : on aurait donc ainsi deux niveaux moyens pour chaque point, un pour les pleines mers et l'autre pour les basses mers. Quel est celui qui représente le niveau moyen de la mer ou le plan où elle s'arrêterait si l'attraction du Soleil ou de la Lune venait à cesser? Telle est la question que l'on est porté à se faire. Or, le raisonnement seul indiquerait que c'est celui qui correspond aux basses mers. En effet, on doit penser que la mer, en pénétrant dans le fleuve à la marée montante, refoule les eaux douces et les force à s'élever. Par conséquent, à la pleine mer, la surface du fleuve au-dessus de laquelle les eaux de la mer viennent se superposer, doit se trouver soulevée.

A la basse mer, au contraire, le mouvement de la mer ayant, depuis 6 heures, été dans le même sens que le courant du fleuve, les eaux de ce dernier doivent être revenues dans leur état naturel, et le niveau moyen déduit des basses mers ne doit plus dépendre que du mouvement de la mer.

Cette explication, au reste, est confirmée par le nivellement trigonométrique exécuté par les ingénieurs géographes entre Cordouan et Bordeaux. Il résulte de ce nivellement que le niveau moyen déduit des basses mers observées en 1825 à Bordeaux, serait plus élevé que le niveau moyen de la mer à Cordouan, de $0^m.05$; les observations de 1826 donneraient au contraire le niveau moyen des basses mers de Bordeaux, inférieur de $0^m.13$ au niveau moyen de la mer à Cordouan; ces quantités

sont assez petites pour qu'on puisse les regarder comme résultant de l'incertitude des observations et par conséquent comme confirmant ce qu'on avait déduit du raisonnement.

Ce fait du rehaussement des eaux produit par la marée montante n'est pas aussi sensible dans toutes les rivières. Dans la Loire, par exemple, les observations de Paimbœuf comparées à celles de Saint-Nazaire, sembleraient indiquer, au contraire, que le niveau moyen déduit des basses mers est un peu plus élevé que celui déduit des pleines mers ; mais les observations sont trop peu nombreuses pour être concluantes.

Une autre anomalie dans la marche de la marée a été observée auprès du cap La Hogue à Goury. En cherchant à déterminer le niveau moyen par la comparaison des pleines et basses mers, on a reconnu que ce niveau variait en raison de la grandeur de la marée, en sorte qu'on trouvait une différence de $0^m.65$ entre le résultat des grandes et des petites marées : cela a fait reconnaître que les mouvements au-dessus et au-dessous du niveau moyen n'étaient pas égaux. Il était donc nécessaire de considérer séparément les pleines mers et les basses mers, afin d'en conclure, par la comparaison avec les marées régulières observées à Cherbourg et aux îles Chausey, le niveau moyen et l'unité de marée. Ce calcul a donné, par les basses mers, un niveau moyen de $5^m.20$ et une unité de hauteur de $4^m.45$ ; et, par les pleines mers, un niveau moyen de $5^m.04$ et une unité de hauteur de $2^m.97$. On voit que le niveau moyen diffère peu dans les deux cas. On pourrait attribuer la différence à

l'incertitude des observations. Mais l'unité de hauteur ou le mouvement de la mer, par rapport à ce niveau moyen, diffère de 1m.48, la mer montant moins qu'elle ne descend. On pourrait attribuer cet effet à ce que, l'intumescence formée sur les eaux par la marée montante arrivant de l'ouest à la pointe de La Hogue et trouvant à s'étendre au sud dans le chenal de la Déroute et à l'est du côté de Cherbourg, son sommet s'abaisse et n'atteint pas l'élévation qu'il aurait eue sans cette circonstance. Quel que soit, au reste, le mérite de cette explication, il reste toujours constant que l'on trouve ici ce phénomène remarquable que le mouvement de la mer au-dessus du niveau moyen n'est pas égal à son mouvement au-dessous, quoique l'un et l'autre soient proportionnels aux mouvements semblables de la marée à Cherbourg et dans les environs.

Les marées et les courants particuliers qui en dérivent ont une grande importance pour la navigation. Cette importance n'est pas moindre pour l'étude de la physique générale du globe. La Terre est principalement plissée dans le sens des méridiens ; elle doit probablement cette forme à la grande onde ou vague-marée dont le sommet, s'étendant sans discontinuité du sud au nord, faisait sa révolution en 24 heures lunaires, et tout d'une pièce, lorsque notre planète était complétement fluide. Alors des pluies diluviennes venaient figer ces sommets et en détacher d'immenses aiguilles. La solidification de la croûte terrestre a donné naissance à d'immenses bassins, à de longs bras de mer, et les marées qui s'y sont développées ont été produites en partie par l'action directe des astres,

en partie par le concours et la propagation des diverses ondes des autres bassins. La vitesse de propagation dépend de la profondeur des canaux, elle diminue avec l'exhaussement du fond; de sorte que, si dans la suite des siècles l'océan Atlantique par exemple diminuait de profondeur, cette circonstance nous serait révélée par des changements simultanés dans l'établissement des ports de cet océan. Aujourd'hui la vitesse de propagation en une heure est de 230 lieues dans l'océan Atlantique, tandis que dans la Manche, entre Ouessant et Boulogne, par une profondeur moyenne de 70 mètres, cette vitesse est seulement de 42 mètres.

L'étude des marées est encore utile pour fournir un point de départ aux nivellements géodésiques. Ce point de départ est le *niveau d'équilibre*, c'est-à-dire le niveau que prendrait la mer si l'action des astres venait à cesser. On avait admis jusqu'ici que ce niveau se confondait avec le niveau moyen dont la détermination ne demande que des observations de pleine et de basse mer. Cette hypothèse serait exacte si la marée était le résultat d'une seule onde; mais comme il est prouvé que la marée résulte du concours de diverses ondes dont les périodes sont un jour, un demi-jour, un quart de jour lunaire, etc., le niveau moyen ne peut être employé que comme approximation. Au Havre, le niveau d'équilibre est d'environ $0^m.27$ au-dessus du niveau moyen; il est d'environ $0^m.15$ au-dessous, à Dieppe. Le niveau d'équilibre se détermine facilement lorsque les hauteurs de la mer ont été observées de 10 en 10 minutes ou de quart d'heure en quart d'heure, pendant un jour lunaire. A cet effet,

on trace une droite sur laquelle on compte le temps, puis sur des perpendiculaires à cette droite on porte successivement les hauteurs observées; l'ensemble de ces hauteurs réunies par un trait forme la courbe des marées. On calcule l'aire comprise entre cette courbe et l'axe du temps. Cette aire divisée par la droite qui représente le jour lunaire, donne pour quotient la hauteur du niveau d'équilibre.

Les lois générales des marées sur la surface du globe et leurs phénomènes particuliers sont encore peu connus. Notre ignorance sur ce sujet tient à ce que dans les voyages de circumnavigation on s'est contenté, dans les lieux de relâche, d'observer, pendant un très-petit nombre de jours, l'heure et la hauteur de la pleine mer et de la basse mer seulement. Rarement on a tenu note des diverses phases du mouvement ascensionnel de la mer, et presque jamais on n'a observé les hauteurs maxima et minima qui se manifestent pendant la nuit. Des observations aussi restreintes seraient suffisantes si la marée était le résultat d'une seule onde et si le rapport de l'action dynamique lunaire à l'action solaire était le même dans les divers ports; mais il n'en est pas ainsi. Là, l'effet lunaire est triple de l'effet solaire; ici, il est décuple; ailleurs, il semble nul. En outre, nous savons aujourd'hui que la marée est le résultat de l'interférence de cinq ou six ondes, etc., dont les cycles ou périodes sont dans les rapports 1, 1/2, 1/4, 1/6$^e$, 1/8$^e$, 1/10$^e$, etc.

La détermination de l'une quelconque de ces ondes exige la connaissance de trois quantités : l'amplitude, ou la grandeur de l'onde; l'heure de sa naissance; l'intervalle

de temps qui s'écoule entre l'action de l'astre générateur et cette naissance. A Cherbourg, l'onde diurne se manifeste environ quatre jours après l'action lunaire, tandis que l'onde mi-diurne (qui est l'onde principale) se manifeste 45 heures après. L'heure de la naissance d'une onde est l'instant où, en vertu de cette onde considérée isolément, la mer atteindrait en montant le niveau d'équilibre.

L'énoncé précédent fait comprendre qu'il doit être nécessaire, pour déterminer la loi des marées d'une localité, d'avoir un assez grand nombre d'observations. En général, il faut réunir au moins six semaines d'observations vers l'époque des solstices et autant vers l'époque des équinoxes.

Pour étudier le phénomène dans son ensemble, il conviendrait d'avoir des observations :

1° Dans l'océan Atlantique : à l'entrée du détroit de Magellan, à l'entrée de la Plata, à Rio de Janeiro, à l'embouchure du San-Francisco, des Amazones, dans le détroit de la Floride, dans la baie de Fundi et sur la côte du Labrador, au cap de Bonne-Espérance, à San-Paolo-de-Loanda, aux îles Sainte-Hélène, Saint-Matthieu, Fernando-Po, du Cap-Vert, de Madère, et à Tanger ;

2° Dans la mer des Indes : à l'île de Madagascar, vers l'entrée de la mer Rouge, du golfe Persique, à l'île Chagos, à Ceylan, à l'embouchure du Gange, dans le détroit de Torres et sur la côte ouest et nord de la Nouvelle-Hollande ;

3° Dans le grand Océan équinoxial : à Valdivia, Valparaiso, Payta, Panama, Mazatlan, Monterey, aux

îles Aleutiennes, au détroit de Behring, à Petropavloskoï, sur l'une des îles voisines du Japon, à Manille, sur la côte est de la Nouvelle-Hollande, à l'île de Diemen (Hobart-Town), aux îles de Pâques, Marquises, Sandwich.

L'indication de ces diverses localités n'a rien d'absolu, et, selon les exigences ou les facilités de la navigation et selon les ressources locales, on établirait les observateurs sur ces points ou sur des points voisins.

L'envoi d'un savant à l'école française fondée à Athènes pourrait permettre ainsi d'observer les mouvements du flux et du reflux dans ce port. Il serait curieux surtout d'étudier les marées qui se manifestent dans le détroit de Négrepont. On sait que ce détroit, connu autrefois sous le nom d'Euripe, était célèbre chez les anciens à cause de la singularité de ses flux et reflux. La mort d'Aristote survenue à Chalcis, aujourd'hui Négrepont, fut attribuée au désespoir de l'immortel philosophe, qui n'avait pu se rendre compte des bizarres mouvements de l'Euripe. D'après la relation du Père Babin, les marées de Négrepont seraient régulières depuis les syzygies jusqu'aux quadratures; mais depuis le premier ou dernier quartier jusqu'à la pleine ou nouvelle lune, les marées seraient si irrégulières que dans l'espace de 24 heures on compterait 11, 12, 13 et même 14 flux et reflux.

Ce phénomène est vraisemblablement dû aux marées secondaires dont M. Chazallon a signalé l'existence; ainsi à Dunkerque, il existe une petite onde dont le plein se manifeste 12 fois en un jour lunaire, mais cette onde est en quelque sorte annulée par la grande onde dont la période est de 12 heures.

Quoi qu'il en soit, il restera à expliquer comment la forme des côtes et du bassin des mers peut ainsi modifier le jeu des marées et l'amplitude relative des diverses ondes. Sous ce point de vue, les marées de Négrepont, malgré leur petitesse, offrent un grand intérêt.

L'observation des marées ne présente pas de grandes difficultés. Dans les lieux où elles n'excèdent pas 3 à 4 mètres, il est très-aisé d'installer un instrument, dit marégraphe, qui trace graphiquement toutes les phases du phénomène. Lorsque les marées sont plus considérables, il faut établir des échelles divisées, de façon qu'un observateur puisse enregistrer toutes les 10 minutes la hauteur de l'eau. Les observations doivent être suivies pendant 14 à 15 heures de jour et on doit tâcher en outre d'avoir les hauteurs maxima ou minima de la nuit. Enfin, on tiendra compte en même temps de la force et de la direction du vent ainsi que de la pression barométrique.

### IX. — Des raz de marée.

On appelle ainsi un changement qui s'opère dans le niveau de la mer sur un point déterminé. Ce changement est quelquefois considérable : ainsi on a vu pendant des raz de marée le port de Marseille complétement à sec.

Cette est un lieu qui paraît fort sujet aux raz de marée; sur les rivages de l'Océan on cite de même Cherbourg et Dieppe.

On peut recommander de recueillir avec soin les observations qui nous conduiront à la connaissance de ces phénomènes singuliers.

**X. — Dénivellation de la mer. — Seiches du lac de Genève et des lacs d'Écosse.**

Des mouvements analogues à ceux que dans le lac de Genève on appelle des *seiches* s'observent dans les ports de la Méditerranée et même dans ceux de l'Océan. Il paraît que leur cause est locale, mais ils méritent d'être étudiés avec soin. Quelquefois à Marseille ces mouvements de la mer ont laissé dans le port plusieurs bâtiments à sec.

Saussure décrit en ces termes les seiches du lac de Genève : « On voit quelquefois, dans des journées orageuses, le lac s'élever tout à coup de quatre ou cinq pieds ($1^m.50$ à $1^m.60$), s'abaisser ensuite avec la même rapidité, et continuer ces alternatives pendant quelques heures. » (*Voyage dans les Alpes*, tome I, p. 12.)

Le 3 août 1763, vers les cinq heures du soir, le célèbre naturaliste que je viens de citer observa plusieurs de ces oscillations. Dans la première, le niveau descendit en 15 minutes de $1^m.32$. A la seconde, l'eau parcourut en montant $1^m.48$ dans 10 minutes de temps ; elle ne descendit ensuite que de $1^m.37$ et y employa 12 minutes. Dans la troisième oscillation, le mouvement ascensionnel ne fut que de $0^m.88$ en 8 minutes ; l'eau descendit alors très-lentement. Il avait fait très-chaud la veille et le matin du 3 août. Sur les trois heures un orage considérable avait fondu sur la ville de Genève ; mais à l'instant du phénomène, quoique le ciel fût encore couvert, il ne tombait que quelques gouttes de pluie, le vent était au sud-ouest et très-faible. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1763, p. 18-19.)

Les seiches ne se forment guère qu'aux deux extrémités du lac : au Bouveret et à Villeneuve, bourgs très-voisins de l'embouchure du Rhône, et près de Genève, où se trouve l'issue par laquelle le fleuve s'échappe après avoir traversé le lac dans toute sa longueur. Partout ailleurs les seiches sont sinon complétement nulles, du moins insensibles.

On a observé sur un lac d'Écosse des phénomènes tout à fait analogues. En voici la description tirée d'un des anciens numéros de la *Bibliothèque britannique* :

Le village de Kenmore est situé en Écosse, à peu près dans le parallèle de 56° 35′ et environ 1 degré à l'ouest du méridien d'Edinburgh. Le lac appelé Loch-Tay s'étend de ce village à environ 6 lieues ouest-sud-ouest. La hauteur moyenne est d'environ 1,600 mètres; la profondeur doit être considérable, à en juger par la hauteur des montagnes adjacentes.

Le 12 septembre 1784, vers neuf heures du matin, on observa dans les eaux du lac une agitation très-remarquable près du village de Kenmore. Une rivière sort du lac au nord du village, et au midi est une baie d'environ 800 mètres de longueur et 1,000 de largeur. La plus grande partie de cette baie est très-peu profonde; il n'y a guère plus de 30 à 60 centimètres d'eau; mais avant d'arriver en plein lac, elle s'approfondit tout à coup. On observa, vers l'extrémité de cette baie, que l'eau se retirait d'environ 25 mètres en dedans de ses limites ordinaires, et qu'elle y retourna environ cinq minutes après. On vit, dans l'espace d'un quart d'heure, deux ou trois fluctuations semblables; ensuite tout à coup l'eau se jeta

de l'est et de l'ouest, par deux courants opposés, vers une ligne rangée en travers de la baie ; et en arrivant vers l'endroit où le sol s'approfondit, elle s'éleva sous la forme d'une grande vague jusqu'à la hauteur de 1m.50 au-dessus de son niveau ordinaire, en laissant à sec le fond de la baie jusqu'à la distance de 400 à 500 mètres de son bord ordinaire. Lorsque les courants opposés se rencontrèrent, ils firent un bruit assez éclatant, et on vit de l'écume à la surface. L'impulsion la plus forte étant venue de l'est, la vague, après s'être élevée à sa plus grande hauteur, roula, mais lentement, à l'ouest, en diminuant graduellement pendant environ cinq minutes, puis elle disparut tout à fait. A mesure que la vague baissa, l'eau revint en arrière avec une certaine force et dépassa de 25 à 30 mètres ses limites ordinaires ; elle redescendit ensuite d'environ 50 mètres, puis retourna et continua ces alternatives pendant environ deux heures, le flux et le reflux se succédant à l'intervalle d'environ sept minutes, et diminuant par degrés jusqu'à ce que l'eau reprît son niveau ordinaire.

En même temps que l'ondulation eut lieu dans la baie au sud du village, on vit la rivière, au nord, couler en arrière du côté du lac ; les roseaux, qui étaient couchés au fond dans le sens du courant ordinaire, prirent une direction opposée, et le canal fut à sec environ 4 mètres de part et d'autre. Sous le pont, qui est à la distance de 300 à 420 mètres du lac, le courant s'arrêta, et le lit de la rivière se montra là où il y avait eu 45 centimètres d'eau.

Le temps fut calme pendant toute la durée du phéno-

mène. On s'apercevait à peine du mouvement des nuages au nord-est; le baromètre se maintint, ce jour-là et la veille, aux environs de 750 millimètres.

Le lendemain et les quatre jours suivants, on observa à peu près à la même heure un flux et un reflux qui dura presque aussi longtemps, mais dans un degré moindre que le jour précédent. On remarqua une agitation semblable les jours suivants, tantôt le matin, tantôt l'après-midi, jusqu'au 15 octobre, époque depuis laquelle on n'a rien observé de pareil.

On n'apprit pas, quoiqu'on s'en fût informé expressément, qu'il y eût aucun tremblement de terre dans la contrée, ni qu'on eût observé cette agitation de l'eau ailleurs qu'aux environs du village de Kenmore.

Quelle est la cause de ces mouvements brusques? Fatio attribuait les seiches du lac de Genève à des coups de vent du sud qui auraient retenu momentanément les eaux destinées à s'écouler par le Rhône. Cette explication ne saurait être admise, puisqu'on observe quelquefois des seiches dans des temps parfaitement calmes. Saussure croyait que des variations promptes et locales dans la pesanteur de l'air peuvent contribuer à produire le flux et le reflux, en occasionnant des pressions inégales sur les différentes parties du lac. Mais ces pressions atmosphériques inégales ne donneraient-elles pas immédiatement naissance à des vents plus ou moins forts? Or, nous disions tout à l'heure qu'il se forme des seiches lorsqu'il ne souffle aucun vent. M. Bertrand de Genève admet « que des nuées électriques attirent et soulèvent les eaux du lac, et que ces eaux, en retombant ensuite,

produisent des ondulations dont l'effet est, comme celui des marées, d'autant plus sensible que les bords sont plus resserrés. » Si cette ingénieuse explication a quelque fondement, on pourra, je crois, s'étonner que, dans une localité comme Genève où résident tant d'observateurs exacts, personne n'ait jamais remarqué à l'avance l'intumescence locale produite par l'électricité, et qui, quelques minutes plus tard, devait occasionner une seiche.

Au reste on aurait tort, je crois, de chercher une explication générale pour des phénomènes qui dépendent, suivant toute apparence, de causes assez diverses. Par exemple, des oscillations analogues à celles qui constituent les seiches ont lieu dans la mer aux époques de grands tremblements de terre. A l'heure où la ville de Lisbonne fut détruite en 1755, l'Océan offrit, en quelques minutes, plusieurs mouvements de flux et de reflux, depuis Gibraltar jusqu'aux îles Shetland, depuis le Tage jusqu'à la Jamaïque. Le tremblement de terre, beaucoup moins fort, du 31 mars 1761, donna aussi lieu à une semblable agitation de vagues à Lisbonne, à Madère, à Cork, à Mount's Bay (Cornouailles), à Bristol, à Amsterdam et même à la Barbade. A Mount's Bay, la mer s'éleva de 2 mètres, et reprit son niveau cinq fois de suite, dans le court espace d'une heure. Nous avons déjà dit, en commençant ce paragraphe, que de tels mouvements ont lieu fréquemment à Marseille, sans paraître liés à aucune commotion terrestre ou atmosphérique extraordinaire. Quoique plus rares sur les côtes de l'ouest, ils n'y sont pas sans exemple. Voici, en effet, la description d'un de

ces phénomènes observés, le 13 juillet 1725, au port de Flamenville en Normandie.

« Le temps était presque calme ; le vent soufflait faiblement du sud-sud-ouest ; la mer avait commencé à monter à 3 heures après midi, et sur cette côte elle monte de 10 pieds (3m.25) dans ces sortes de marées ; elle en avait déjà monté cinq (1m.62), et il était entre 6 et 7 heures, lorsque tout d'un coup elle se retira de la hauteur de cinq pieds (1m.62), et en moins d'un demi-quart d'heure revint, et non-seulement y remonta, mais alla dix pieds (3m.25) au-dessus, de sorte qu'elle était cinq pieds (1m.62) au-dessus de la plus haute élévation qu'elle dût avoir alors. En un autre demi-quart d'heure elle baissa et revint aux cinq pieds qu'elle avait eus lorsque son mouvement irrégulier avait commencé. Enfin à 7 heures elle continua à monter à l'ordinaire sans plus offrir, ni ce jour ni les suivants, rien d'irrégulier. » (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1725, p. 3.)

Ce phénomène ne se fit sentir ni à Cherbourg, qui est à 9 ou 10 lieues de Flamenville, sur la droite ; ni à Carteret, situé sur la gauche, à 6 lieues ; ni même au Rozel, dont la distance à Flamenville n'est pas de 3 lieues. Il paraît donc probable que le mouvement des eaux cité par l'historien de l'Académie des sciences était purement local et tout à fait analogue aux seiches du lac de Genève.

Le 22 juillet 1822, on a observé, dans le port d'Anzio (États-Romains), un flux et reflux des eaux de la mer qui s'est renouvelé neuf fois en 3h 35m, c'est-à-dire depuis 2 heures après midi, époque de la première appa-

rition du phénomène, jusqu'à $5^h 35^m$. Dans une de ces oscillations les eaux se sont abaissées de 45 centimètres au-dessous du niveau ordinaire. Le temps était serein et l'atmosphère calme.

### XI. — Des travaux hydrographiques.

Lorsqu'il a été question d'améliorer nos ports, soit par des travaux d'art, tels que môles, jetées, etc., soit par l'établissement d'un bassin à flot, les ingénieurs hydrographes n'ont jamais fait partie des commissions chargées d'élaborer les projets. Leur intervention cependant eût été utile lors même qu'elle se fût bornée à l'application nette et précise de certains termes, de certains faits hydrographiques.

Ainsi, lors des grands travaux exécutés à Saint-Malo, en 1838-39-40, travaux qui ont absorbé la somme énorme de six millions, le radier de l'écluse n'eût certainement pas été établi de fait à $1^m.78$ seulement au-dessus du niveau de réduction des sondes (c'est-à-dire à un demimètre plus bas que ne le comportait la loi), si un ingénieur hydrographe eût fait partie de la commission qui arrêtait le projet. Cet ingénieur eût dit que le plan de réduction des sondes était placé à $13^m.70$ en contre-bas de la tablette des quais (cote résultant d'une mesure prise le 13 octobre 1829 et notée dans le cahier des observations des marées), et non à $14^m.19$; il eût dit que le radier de l'écluse devait en conséquence être placé à la hauteur de $2^m.27$ et non pas à la hauteur de $1^m.78$, ainsi que cela a eu lieu, parce qu'on a confondu le zéro

d'une échelle (placée au hasard en 1835) avec le zéro de réduction des sondes. Cette erreur était grave, car elle conduisait à creuser plus profondément la darse et le chenal, et augmentait ainsi de 40,000 mètres cubes le déblai à faire ; il en résultait d'ailleurs une pression plus considérable contre le radier et les portes d'écluse. Cette dépression du radier ne facilitait d'ailleurs en rien l'entrée du bassin ; car, d'après le plan levé en 1829, il existe, en avant de l'écluse, une nappe de sable que les bâtiments doivent nécessairement franchir et qui est élevée en moyenne de $3^{m}.40$, c'est-à-dire de $1^{m}.62$ de plus que le radier ou le seuil des écluses établi.

Dans l'intérêt de la science hydraulique et des travaux futurs qui s'exécuteront dans nos ports, il serait extrêmement important, lorsque des travaux à la mer vont être mis à exécution, de constater d'une manière rigoureuse et détaillée le véritable état de la localité ; de fixer, avec précision, l'élévation des bancs de sable ou de galet, la force et la direction des courants, etc., et de renouveler cette étude, cet examen, après l'achèvement des travaux. Tant qu'on ne procédera pas ainsi, il sera impossible d'avoir une opinion convenablement motivée et solidement arrêtée sur l'effet produit par des chasses, des jetées ou autres travaux d'art.

Le grand travail hydrographique des côtes de France, qui a coûté 3 ou 4 millions, devient en partie inutile si, à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés, on n'explore pas de nouveau le cours des rivières, l'embouchure des fleuves, afin de constater suivant quelles lois certains bancs s'exhaussent, s'abaissent ou se dépla-

cent; quel est l'effet des crues, des endiguements, des épis, etc.

Que signifie pour la navigation actuelle une carte de la Loire levée en 1821, celle de la Gironde levée en 1825, etc., lorsque, à coup sûr, on peut écrire sur ces cartes : « Ne vous en servez pas; tout est changé »? On peut en dire autant pour le plan de Saint-Malo levé en 1829, pour celui de La Rochelle levé en 1824, etc., etc. Un pareil état de choses est fâcheux, est inconséquent; il n'aurait pas lieu si chacun des cinq arrondissements maritimes eût été placé sous l'inspection d'un ingénieur hydrographe. Avec une dépense qui en moyenne n'excéderait pas 3,000 francs par an, cet ingénieur pourrait tenir les cartes à jour et compléter diverses recherches hydrographiques sur les vents, les courants, les marées, etc.; il pourrait en même temps exercer une utile surveillance sur les observatoires des cinq grands ports, si ces observatoires ressortissaient directement au dépôt hydrographique au lieu d'être laissés en quelque sorte à l'abandon.

Le dépôt des cartes a été presque constamment dirigé par des officiers généraux, MM. Rosely, Durossel, Gourdon, Hamelin, Halgan, de Hell; on n'a pas placé à sa tête un ingénieur en chef qui eût pu seul faire cesser l'anarchie des travaux exécutés selon la guise de chaque ingénieur. Un autre inconvénient que je dois aussi signaler, c'est que les nombreux et précieux documents que le dépôt possède ne sont pas catalogués, c'est que la publication des voyages n'est pas surveillée, et qu'ainsi se perdent une foule de renseignements dont la science

tirerait parti; c'est qu'enfin le désordre de la bibliothèque, qui renferme 25,000 volumes, 600 cartons de manuscrits, plus de 1,100 cuivres et de 50,000 épreuves de cartes, ne permet pas de faire des recherches.

### XII. — Sur les différences du niveau des mers.

J'ai expliqué[1] que quelques-unes des différences que l'on croyait exister entre les niveaux de certaines mers ne sont pas démontrées suffisamment. Toutefois, comme la question est très-importante, je n'ai pas cru devoir supprimer quelques notes que j'ai réunies à diverses époques sur les opinions des ingénieurs hydrographes et sur les travaux qui peuvent conduire à résoudre les doutes que le problème soulève encore.

J'ai fait voir que M. Corabeuf a puisé dans la triangulation de son arc de parallèle compris entre la Méditerranée et l'Océan, les moyens de prouver que ces deux mers sont au même niveau. Par conséquent, le courant qui, au détroit de Gibraltar, se dirige de l'ouest à l'est et verse, en toute saison, une partie des eaux de l'Océan dans la Méditerranée, n'a pas pour cause une moindre hauteur qu'aurait le niveau de la Méditerranée par rapport à celui de l'Océan. Il est constaté que dans ces parages un courant sous-marin, dirigé de l'est à l'ouest et dont l'étendue et la vitesse sont encore à déterminer, transporte incessamment une certaine partie des eaux de la Méditerranée dans l'Océan. On peut donc admettre

1. Instructions relatives au voyage de *la Bonite*, p. 52 à 66.

que le courant supérieur, en sens contraire, ne fait que combler le vide produit par le courant sous-marin.

Du reste, le peu de vitesse et de constance que les marins ont remarqué dans les courants du détroit de Gibraltar, montre réellement que dans ces parages la Méditerranée et l'Océan ont à peu près le même niveau. Il pouvait cependant paraître curieux de comparer sous ce point de vue deux points très-éloignés, puisque, contrairement à ce qu'on pouvait prévoir, le nivellement de l'isthme de Suez, dont nous allons présenter les résultats, a prouvé que deux mers qui communiquent entre elles peuvent cependant avoir des niveaux très-différents. Or, la mesure de la méridienne de France présente un enchaînement non interrompu de triangles qui s'étendent depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone; les élévations relatives des divers sommets peuvent se déduire des observations réciproques de distances au zénith; la hauteur absolue se conclut de toutes les autres observations, et cela soit qu'on parte de la Méditerranée pour se rapprocher de l'Océan, soit qu'on suive la marche contraire. C'est d'après cette méthode que Delambre a calculé l'élévation de Rodez sur la Méditerranée et sur l'Océan, premièrement en partant du Mont-Jouy, à Barcelone, dont Méchain avait trouvé directement la hauteur, et secondement à l'aide d'un signal de Dunkerque qui n'était qu'à 66 mètres du niveau de la basse mer. Ces deux déterminations s'accordant à une fraction de mètre près, on peut en conclure, sinon que le niveau de l'Océan à Dunkerque est exactement le même que le niveau de la Méditerranée à Barcelone, du moins que

l'inégalité de hauteur, si elle existe, doit être insensible.

Il règne parmi les voyageurs cette opinion presque générale que le niveau de l'Océan, dans la mer des Antilles ou sur la côte orientale du Nouveau Monde, est fort au-dessous de la hauteur où se maintient la mer du Sud le long de la rive opposée.

Je dois dire cependant que don George Juan a déjà anciennement nié la différence de niveau de ces deux mers ; qu'en songeant à la vitesse et à la permanence du courant équinoxial, quelques hydrographes supposent, contre l'opinion générale des habitants de l'isthme de Panama, que le niveau de la mer des Antilles est au-dessus du niveau de la mer du Sud ; qu'enfin, des observations barométriques de M. de Humboldt, faites, non sur les deux côtes de l'isthme, mais à Cumana, à Carthagène, à la Vera-Cruz, au Callao et à Acapulco, donneraient, en effet, 3 mètres pour la hauteur de la mer, dans les trois premiers points, au-dessus de la mer du Pérou et de la rive occidentale du Mexique. Au reste, le célèbre voyageur ne croit pas lui-même que ses observations aient été assez nombreuses pour l'autoriser à présenter comme réelle cette petite différence de 3 mètres qu'il a trouvée.

Quoi qu'il en soit, l'opération faite à travers l'Amérique dans sa moindre largeur par MM. Lloyd et Falmarc et celle exécutée par des officiers français à travers la Floride montrent que s'il y a une différence de niveau entre les deux mers, elle est excessivement faible.

Des ingénieurs, suivant Strabon, s'étaient opposés à ce que Démétrius perçât l'isthme du Péloponèse, parce que, d'après leurs mesures, les eaux du golfe de Corinthe

étaient plus élevées que celles du côté de Cenchrées.

Il a été nettement établi pendant l'expédition française en Égypte, qu'ainsi que le croyaient les anciens, le niveau moyen de la mer Rouge est notablement supérieur à celui de la Méditerranée, quoique ces deux mers aboutissent l'une à l'océan Atlantique et l'autre à l'océan Indien, lesquels communiquent entre eux par le cap de Bonne-Espérance.

Il résulte, en effet, des opérations faites par M. Le Père pendant l'expédition d'Égypte, pour exécuter le nivellement de l'isthme de Suez, que le niveau de la Méditerranée est inférieur à celui de la mer Rouge, de $8^{m}.1$ aux basses mers et de $9^{m}.9$ aux hautes mers.

Une partie du bassin des lacs amers est remarquable par son abaissement de 8 mètres au-dessous de la Méditerranée, ce qui lui assigne, par conséquent, une cote de 17 mètres au-dessous du niveau moyen de la mer Rouge. D'autres points du sol et même des lieux habités sont inférieurs au niveau de l'une et de l'autre mer. Les eaux de la mer Rouge, par exemple, pourraient couvrir la totalité de la surface du Delta, et les craintes d'une submersion étaient, comme on voit, assez naturelles à des époques reculées, lorsque cette partie de l'Égypte était moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Les opérations faites pendant le voyage de MM. Engelhardt et Parrot ont placé le niveau de la mer Caspienne à 100 mètres environ au-dessous du niveau de la mer Noire.

Un des objets principaux du voyage de MM. Engelhardt et Parrot au Caucase et en Crimée était de dé-

terminer, par un nivellement barométrique, l'élévation relative de la mer Noire et de la mer Caspienne, et de mesurer la hauteur des points les plus remarquables de la chaîne du Caucase. L'ouvrage dans lequel ils ont présenté les fruits de leurs recherches a paru à Berlin en 1815.

Le nivellement entre les deux mers a été exécuté deux fois, savoir : premièrement, en allant de la mer Noire à la mer Caspienne; et deuxièmement, en revenant de la mer Caspienne au point de départ. Les voyageurs ont tenté, de plus, de faire des observations correspondantes au niveau des deux mers; mais ce moyen de vérification n'a réussi qu'imparfaitement.

La distance nivelée depuis l'embouchure du Kouban, dans la mer Noire, jusqu'à l'embouchure du Terek, sur les bords de la mer Caspienne, en suivant les sinuosités de la route de poste que les deux voyageurs ont parcourue, est de 990 wersts[1]. En ligne droite, cette distance serait seulement de 813 wersts, correspondant à 9° 1/2 environ de différence de longitude : les deux points extrêmes sont presque sous le même parallèle.

Toutes les parties de cette vaste opération sont rapportées avec beaucoup de détail, et paraissent mériter une grande confiance. On s'est servi de baromètres à cuvette; mais la correction du niveau se faisait par le calcul, ce qui était très-facile, puisque l'on connaissait le diamètre intérieur du tube, $4^{\text{mill}}.5$, et celui de la cuvette, 39 millimètres. Un thermomètre enchâssé dans la mon-

1. 104.3 wersts font 1° du méridien, les 990 wersts équivalent donc à environ 237 lieues de 25 au degré ou à 264 lieues de 4 kilomètres.

ture de l'instrument donnait la température du mercure; un thermomètre libre faisait connaître la température de l'air au moment de l'observation; les échelles avaient été rectifiées d'après la mesure connue des astronomes sous le nom de *toise du Pérou;* un support particulier, armé d'un fil à plomb, permettait de placer les tubes dans une position bien verticale; un anémomètre donnait la direction et la force du vent, et par suite, la mesure du degré de confiance que chaque nivellement partiel semblait devoir mériter. Les indications du baromètre ont toujours été exprimées en centièmes de ligne. On avait pris de grandes précautions pour comparer les instruments soit avant, soit après, soit enfin pendant l'opération : pour éviter les erreurs qui auraient pu tenir à des dérangements de ce genre, les observateurs se réunissaient tous les deux jours. On restait assez longtemps dans chaque station pour y prendre 4 hauteurs barométriques distinctes, et à des intervalles de 15 minutes au moins : les époques de ces observations se correspondaient toujours parfaitement. Toutes les heures de la journée ne sont pas également favorables pour ce genre de mesures, mais il n'a pas dépendu des voyageurs de choisir l'heure de midi, qui généralement réussit le mieux. Les observations cependant ont été constamment faites de jour, entre six heures du matin et huit heures du soir.

On devine facilement, d'après toutes ces précautions, que M. Parrot a dû calculer avec soin son opération : aussi s'est-il servi de la formule de Laplace et du coefficient 18,393 mètres que Ramond avait trouvé dans les Pyrénées, presque sous le même parallèle que le

Caucase ; il a eu égard à la dépression capillaire du mercure. La seule correction dont il n'ait pas tenu compte, est celle de la diminution de la pesanteur ; encore est-ce moins pour s'épargner des calculs que pour se conformer à quelques idées de M. Parrot père, qui a cru reconnaître qu'il y a erreur dans la manière dont on applique cette correction, en ce qu'on néglige l'attraction qu'exerce sur le mercure la montagne sur laquelle le baromètre est placé : quoi qu'il en soit, dans le cas du nivellement qui nous occupe, ces corrections étaient tout à fait insensibles.

Le nombre des stations comprises entre l'embouchure du Kouban et celle du Terek est de 51 ; elles étaient donc éloignées l'une de l'autre, terme moyen, de 18 wersts (un peu moins de 5 lieues de 4 kilomètres). Le premier nivellement commença le 13 juillet, en partant de l'île de Taman[1], et marchant vers l'est en remontant le

1. L'île de Taman est remarquable par ses sources d'asphalte et ses volcans boueux, qui ont été en partie décrits par Pallas dans son voyage de 1793 et 1794. MM. Parrot et Engelhardt ont visité les petits volcans situés entre la ville de Taman et le lac Sucur. Sur la pente d'une colline, ils découvrirent deux bassins de 16 mètres d'ouverture et de $2^m.5$ de profondeur, et qui étaient remplis d'une masse boueuse formée d'argile et d'eau. De temps à autre, on voyait s'élever au centre de chaque cratère une bulle d'air qui avait environ $0^m.32$ de diamètre ; aussitôt qu'elle crevait, un grand nombre de petites bulles semblables venaient la remplacer. Ce phénomène se reproduisait toutes les 30 ou 40 secondes. La température de l'eau différait peu de celle de l'air : l'eau étant à $29^\circ.4$ centigrades, le thermomètre au soleil marquait $29^\circ.9$ et à l'ombre $26^\circ.9$. Les voyageurs manquaient de moyens exacts pour examiner la nature de l'air dégagé par le cratère ; ils reconnurent simplement qu'il ne s'enflamme pas, et qu'il n'entretient point la combustion. L'eau jaunâtre avait un goût faiblement salé, on trouvait dans le fond des fragments de calcaire bitumineux, de sélé-

Kouban jusqu'à Batal-Paschinsk, près de Constantinogorsk, où se trouvait déjà la 29e station. Les voyageurs partirent de ce point pour faire dans le Caucase des excursions qui durèrent depuis le 17 août jusqu'au 3 octobre et pendant lesquelles ils mesurèrent le Kasbeck, pic qui a la hauteur du Mont-Blanc. Ils reprirent le nivellement le 4 octobre, et le continuèrent en suivant le Terek jusqu'au delta qu'il forme en se jetant dans la mer Caspienne. Le point culminant, dans cette opération, n'a que 594 mètres d'élévation au-dessus de Taman. Dans le voisinage de Mosdock, l'une des stations, et à 250 wersts (45 lieues) de la mer Caspienne, la plaine était déjà au niveau de la mer Noire.

Cette première mesure fut faite dans des circonstances très-favorables, et a donné, pour la différence de niveau

nite et de grès quartzeux. Il paraît que ces petits bassins éprouvèrent des changements considérables lors de la grande éruption qui eut lieu en 1794 dans la partie septentrionale de l'anse de Taman. En 1807, près du Kurgan, les Cosaques entendirent un bruit souterrain semblable à une décharge d'artillerie. La montagne était enveloppée d'une fumée épaisse; mais bientôt on vit sortir lentement, du sein de la terre entr'ouverte, une nouvelle colline grande comme une maison. De grosses masses de pierres calcaires étaient projetées çà et là, mais on n'aperçut aucune flamme. Dans le voisinage, près de Bugas, on trouve des fontaines d'asphalte ou de goudron minéral liquide, qui sortent de couches secondaires de grès et de calcaire schisteux. Ces phénomènes de volcans boueux rappellent celui du Cumacatar, sur la côte de Paria, les plaines argileuses et imprégnées de *chapapote* (asphalte et pétrole) de l'île de la Trinité; les volcans boueux de Girgenti en Sicile, célèbres déjà parmi les anciens; et surtout les volcans d'air de Turbaco, près de Carthagène des Indes (Voy. *Vues des Cordillères*), et qui dégagent, suivant l'observation de M. de Humboldt, du gaz azote plus pur que celui qu'on obtient communément dans les laboratoires de chimie.

105 mètres dont la mer Caspienne est plus basse que la mer Noire.

Frappés de la singularité de ce résultat, MM. Parrot et Engelhardt recommencèrent l'opération le 10 octobre, mais en marchant cette fois de l'est à l'ouest, et suivant les mêmes stations, sans toutefois se détourner vers le Caucase. Le 14 octobre, ils avaient déjà atteint l'embouchure du Kouban. Le temps, pendant cette seconde mesure, fut beaucoup moins favorable, le baromètre et le thermomètre plus inconstants, les changements plus brusques, les vents plus variables et de forces plus inégales. Il tomba de la neige à plusieurs reprises : le ciel était généralement brumeux, froid et pluvieux, circonstances qui ordinairement rendent les hauteurs barométriques trop petites (voyez Ramond, *Mémoires*, p. 148) ; or il est remarquable que ce soit en effet dans ce sens que pèche la deuxième détermination, car elle donne 92 mètres pour l'élévation du niveau de la mer Noire sur celui de la mer Caspienne.

Après avoir ainsi deux fois traversé la steppe, M. Parrot eut la patience de faire un troisième voyage. Il partit de Taman le 24 novembre ; il devait arriver à l'embouchure du Terek le 10 décembre. Le manque de chevaux de poste apporta tant de retard dans sa marche, qu'il n'atteignit le bord de la mer Caspienne que le 20 décembre à 11 heures 15 minutes du matin. M. Engelhardt avait terminé la veille ses observations sur la mer Noire ; ainsi cette opération ne présente point des observations correspondantes, et elle peut seulement servir de vérification. En combinant l'observation de Taman du 19 à 11 heures

15 minutes du matin, avec l'observation faite le lendemain à pareille heure sur la mer Caspienne, on trouve 99 mètres pour la différence de niveau. Une autre observation faite à Taman, dans l'après-midi du 19 décembre, donnerait 102 mètres. En comptant l'observation de M. Parrot, du 20, avec la moyenne de toutes les observations du 19 sur la mer Noire, on obtiendrait presque la même différence. Il n'est enfin aucune observation barométrique, de 11 heures 15 minutes du matin, faite à Taman depuis le 11 jusqu'au 19 décembre, qui, combinée avec l'unique observation de M. Parrot du 20 décembre, n'indique une différence sensible de niveau entre les deux mers : la plus petite de ces déterminations ne serait pas moindre que 41 mètres.

Après avoir constaté cette différence de niveau, nos voyageurs ont dû se demander si elle avait toujours existé. Or Pallas a cru reconnaître, par la forme du terrain et les coquilles de la mer Caspienne répandues dans la steppe, l'ancien rivage de cette mer. Les opérations de MM. Parrot et Engelhardt placent ce rivage, qui a un développement immense et dans lequel on retrouve des golfes et des anses bien prononcés, à 234 mètres au-dessus du niveau actuel ; il faudrait donc admettre qu'il s'est perdu une masse d'eau d'environ 30,000 lieues marines carrées de surface, et d'une centaine de mètres de profondeur. M. Parrot ne croit pas que ce soit par l'évaporation qu'un pareil phénomène aurait eu lieu, car, d'après Gmelin, les eaux de la mer Caspienne sont si peu salées qu'elles ne renferment pas le quart du chlorure de sodium qu'on trouve dans celles de l'océan Atlan-

tique; il imagine plutôt que cette eau s'est écoulée par des fentes qui s'ouvrent et se ferment successivement, le fond de la mer étant crevassé par l'action volcanique dont on voit encore les effets dans l'île de Taman sur le Bosphore, et à Baku sur la mer Caspienne. Les énormes différences qu'on trouve dans les sondes observées depuis 1556, et le temps de Pierre le Grand jusqu'à nos jours, donnent quelque probabilité à cette opinion.

En prenant la moyenne entre les résultats des deux mesures, nous trouverons 98m.5 (près de 300 pieds), pour la quantité dont le niveau de la mer Noire est plus élevé que celui de la mer Caspienne. Il résulte de là que la ville d'Astrakan, les plaines circonvoisines et un très-grand nombre d'autres lieux habités, soit en Perse, soit en Russie, sont beaucoup inférieurs au niveau de la mer Noire et de la Méditerranée; la singularité de ce résultat justifiera les détails dans lesquels nous sommes entrés. Du reste, avant le voyage de MM. Parrot et Engelhardt on avait déjà soupçonné que les deux mers n'avaient pas un même niveau, comme on peut le voir dans les ouvrages de Mayer (*Expositio de transitu Veneris*, p. 316); d'Inochodzow (*Acta Acad. Petropolitanæ*, t. XII, p. 506); de Pallas (*Reisen*, t. III, p. 57); de Busching (*Wochentlichen Nachrichten*, 1780); de Thomas Young (*Natural Philosophy*, 1807, t. II, p. 367). Il est fâcheux que ce dernier auteur ait négligé d'indiquer la source où il a puisé le nombre qu'il rapporte, car il coïncide presque parfaitement avec celui que M. Parrot a déduit de sa mesure. Les hauteurs barométriques de Kamychin donnent le Wolga,

par 50° 5′ de latitude, de 54m.5 au-dessous du niveau de Pétersbourg.

Malgré toutes les déterminations dont je viens de rendre compte, il restait des doutes dans l'esprit des physiciens sur la véritable valeur de la différence de niveau des deux mers. M. Parrot lui-même ne regardait pas, en 1829, les chiffres obtenus jusqu'alors comme dignes de toute confiance. Aussi le gouvernement russe fit-il faire, en 1836, par MM. George Fuers, Sabler et Sawitsh, un nouveau nivellement d'où il est résulté que la mer Caspienne est en effet plus basse que la mer Noire, mais cela seulement de 24m.6.

En 1840, M. Hommaire de Hell n'a trouvé, par diverses opérations de nivellement, que 18m.3 pour la différence du niveau de la mer Caspienne et de la mer d'Azow.

On voit que les nouvelles recherches entreprises n'ont point fait disparaître les incertitudes de la science, et qu'il y aurait lieu de recourir à d'autres déterminations pour fixer définitivement l'opinion.

J'ajouterai, en terminant, la traduction suivante d'une note de mon illustre ami, M. de Humboldt, sur la dépression du niveau de la mer Morte comparé à celui de la mer Méditerranée :

« Des déterminations du degré d'ébullition de l'eau, qui, pour être exactes, exigent beaucoup de soin, des mesures barométriques qui malheureusement n'étaient pas correspondantes, ont donné avant le voyage de M. Russegger, pour la dépression du niveau de la mer Morte, des résultats qui oscillaient entre 178 et 374 mètres. Le premier de ces chiffres était le résultat de l'évaluation ther-

mométrique de MM. Moore et Beek (*Journal of the geographical Society*, vol. VIII, p. 250). M. Callier, en discutant les hauteurs barométriques de M. de Berton, s'arrêtait à 419 mètres (*Nouvelles Annales des Voyages*, vol. I, 1839, n° 8). Le professeur Schubert, de Munich (*Voyages en Orient*, en allemand, vol. III, p. 87), trouva barométriquement pour le lac Tibérias une dépression de 175 mètres, pour la mer Morte au moins 194 mètres; il dit que cette dernière évaluation n'est pas le résultat d'une mesure directe, le vide de Torricelli se trouvant dans son baromètre de voyage entièrement rempli par la colonne de mercure, lorsqu'il descendit aux bains des Pèlerins à la mer Morte. M. Russegger trouve barométriquement une dépression de 435 mètres (presque le chiffre de M. Callier). Il a observé, en novembre et décembre 1838, le baromètre pendant quinze jours, à Jaffa, à Jérusalem et à la mer Morte. Retournant à Jérusalem en venant de la mer Morte après seulement trois jours d'absence, le baromètre n'avait changé que de $1^{mill}.8$. La mesure trigonométrique du lieutenant Symond, en 1841, donne une dépression de 427 mètres. Il n'y a, par conséquent, entre l'évaluation de M. Callier et les mesures barométriques et trigonométriques de MM. Russegger et Symond qu'une différence de 18 mètres. »

D'après les détails publiés, en 1841, dans les *Annales de physique* de Poggendorf, M. Russegger a trouvé :

Au-dessous du niveau de la Méditerranée :

| | |
|---|---|
| Le niveau des eaux de la Mer Morte.... | $-435^m$ |
| Le niveau du lac Tibérias............ | $-203$ |
| Jéricho............................ | $-210$ |

Au-dessus du niveau de la Méditerranée :

| | |
|---|---|
| Hébron............................ | + 924$^m$ |
| Jérusalem (au couvent des Francs).... | + 805 |
| Bethléem........................... | + 824 |

XIII. — Sur la pesanteur spécifique de l'eau de la mer.

Dans son voyage à Ceylan, exécuté en 1816, le docteur John Davy a fait un assez grand nombre de déterminations de la pesanteur spécifique ou densité de l'eau de la mer. Pour toutes les expériencès, l'eau fut prise à la surface de l'Océan.

21 pesées relatives au nord de l'équateur donnent pour la pesanteur spécifique moyenne des eaux de notre hémisphère, 1.0266. Les résultats extrêmes sont 1.0250 et 1.0277.

13 pesées faites au sud de l'équateur, donnent pour la pesanteur spécifique moyenne des eaux de l'hémisphère austral, 1.0258; les extrêmes sont 1.0251 et 1.0264.

Enfin, 16 pesées faites entre les tropiques, donnent pour moyenne 1.0269 et pour extrêmes 1,0253 et 1.0277.

John Davy conclut de ces expériences que la pesanteur spécifique des eaux de la mer serait partout la même.

Gay-Lussac a déterminé la densité de 16 échantillons d'eau de mer recueillie par M. Lamarche, officier de marine, dans sa traversée de Brest à Rio de Janeiro, faite en 1816. Toutes les bouteilles, quatre exceptées, avaient été remplies entre les tropiques. Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi :

La pesanteur spécifique moyenne des eaux de l'hémi-

sphère nord a été trouvée de 1.0282, les extrêmes étant de 1.0275 et 1.0294;

La pesanteur spécifique des eaux de l'hémisphère sud a été de 1.0291, les extrêmes étant 1.0286 et 1.0297.

Ces résultats sont assez différents de ceux obtenus par Davy.

M. Marcet a présenté, en 1819, à la Société royale de Londres, un Mémoire très-intéressant sur ce sujet, contenant un très-grand nombre de recherches sur de l'eau prise à diverses profondeurs et dans beaucoup de lieux différents. Je vais résumer les résultats obtenus.

*Océan arctique.* Les eaux que M. Marcet a éprouvées ont été recueillies depuis 66° 30′ jusqu'à 80° 29′ de latitude, dans un espace compris entre 79° 6′ de longitude ouest et 8° 55′ de longitude est de Paris; et, depuis la surface de la mer jusqu'à la profondeur de 1,380 mètres, le nombre d'échantillons différents s'élève à douze.

| | |
|---|---|
| La plus forte pesanteur spécifique a été. | 1.02727 |
| La moindre.......................... | 1.02555 |
| La pesanteur spécifique moyenne...... | 1.02664 |

*Hémisphère septentrional.* L'eau a été recueillie entre 3° 28′ et 63° 49′ de latitude nord; 57° 58′ de longitude occidentale et 86° 40′ de longitude orientale, depuis la surface de la mer jusqu'à la profondeur de 457 mètres; nombre d'échantillons, quinze.

| | |
|---|---|
| La plus forte pesanteur spécifique a été. | 1.03090 |
| La moindre.......................... | 1.02648 |
| Moyenne............................ | 1.02830 |

*Mers équatoriales.* L'eau toujours puisée à la surface

de la mer a été prise par 0° de latitude et par des longitudes comprises entre 27° 50′ ouest et 89° 40′ est ; nombre d'échantillons différents, quatre.

| | |
|---|---|
| Plus forte pesanteur spécifique........ | 1.02825 |
| Moindre........................... | 1.02692 |
| Moyenne........................... | 1.02777 |

*Mers australes.* L'eau a été recueillie entre 8° 30′ et 35° 33′ de latitude sud, 37° 20′ de longitude ouest et 70° 40′ de longitude est, toujours à la surface de l'Océan. Nombre d'échantillons essayés, dix.

| | |
|---|---|
| Plus grande pesanteur spécifique...... | 1.03209 |
| Plus petite pesanteur................ | 1.02715 |
| Pesanteur moyenne.................. | 1.02920 |

*Mer Jaune.* Plusieurs bouteilles remplies dans la mer Jaune, par le capitaine Hall, sous la latitude de 35° 0′ nord, ont donné :

| | |
|---|---|
| Pesanteur spécifique.................. | 1.02291 |

Cette eau a une odeur hépatique très-prononcée; vue en grandes masses, elle paraît être d'une couleur jaune verdâtre ; toutes les bouteilles qui la renfermaient avaient été noircies intérieurement.

*Mer Méditerranée.* Dans l'espace compris entre le détroit de Gibraltar et Marseille, trois bouteilles remplies à la surface et à 457 mètres de profondeur, ont donné pour

| | |
|---|---|
| Pesanteurs spécifiques................ | 1.0301<br>1.0305<br>1.0273 |
| Moyenne........................... | 1.0293 |

*Mer de Marmara.* L'eau, puisée à la profondeur de 62 mètres, au fond, et précisément à l'entrée des Dardanelles, a donné :

| | |
|---|---|
| Pesanteur spécifique................. | 1.02819 |
| Pesanteur spécifique à la surface, dans le même endroit et le même jour.... | 1.02028 |
| Pesanteur spécifique à l'entrée du Bosphore, l'eau puisée au fond à 48 mètres de profondeur et à 7 kilomètres de terre.......................... | 1.01444 |
| Pesanteur spécifique à la surface, dans le même endroit et le même jour.... | 1.01328 |

*Mer Noire.* Deux échantillons ont donné, l'un et l'autre :

| | |
|---|---|
| Pesanteur spécifique.................. | 1.01400 |

*Mer Blanche.* Deux bouteilles remplies par 65° 15′ de latitude nord et 36° 59′ de longitude est, ont donné, l'une et l'autre :

| | |
|---|---|
| Pesanteur spécifique.................. | 1.01900 |

*Mer Baltique.* M. de Fréminville, lieutenant de vaisseau, écrivait à M. Brongniart, en date du 11 février 1819 : « La faiblesse de la salure des eaux de la mer Baltique est encore plus sensible dans le golfe de Livonie que partout ailleurs ; elle est telle que les mollusques d'eau douce y vivent très-bien, et que j'ai trouvé sur le rivage des unios, des cyclades, des anodontes, vivant pêle-mêle avec des cardiums, des tellines, des vénus, coquillages qui habitent ordinairement les eaux les plus salées. » M. Marcet a trouvé :

| | |
|---|---|
| Port de Carlsham................... | 1.01500 |

| | |
|---|---|
| Dans le Sund, à égale distance des côtes de Suède et de Danemark.......... | 1.01600 |
| Dans le Cattégat, à 3 kilomètres de distance de la côte orientale du Jutland, à 26 mètres de profondeur.......... | 1.02600 |

*Eau du lac Ourmia ou Urumea.* Le lac Ourmia, qu'on suppose généralement être le Spanto de Strabon, ou le Marcianus de Ptolémée, est situé en Perse, dans la province de Azerbijan, au sud-ouest de Tébriz, et à peu de distance de la région volcanique du mont Ararat. Il a, suivant Kinneir, 139 lieues de circonférence. Ses eaux sont parfaitement limpides, mais elles ont une odeur de soufre désagréable et très-prononcée; les poissons n'y peuvent point vivre. M. de Humboldt a trouvé que le sel, en se dissolvant dans l'eau, chasse l'air qu'elle contenait; aussi les poissons paraissent-ils respirer difficilement dans de l'eau très-salée. La surface du lac, quoi qu'on en ait dit, ne présente pas d'incrustations salines.

| | |
|---|---|
| La pesanteur spécifique de l'eau est.... | 1.16507 |

*Mer Morte.* La pesanteur spécifique de l'eau du lac Ourmia n'est surpassée jusqu'ici que par celle de l'eau de la mer Morte. Suivant M. Gay-Lussac, cette dernière est égale à 1.2283. M. Marcet l'avait trouvée, en 1807, de 1.2110.

Cette densité est assez grande pour qu'un homme puisse facilement surnager sur la mer Morte, sans faire aucun mouvement; mais, ainsi que le remarque Gay-Lussac, elle dément ce que dit Strabon, qu'un homme pourrait y demeurer debout sans s'enfoncer au-dessus du nombril;

car, d'après les nombres précédents, il s'enfoncerait à peu près des 81 centièmes de son volume, et il n'est pas probable que la salure de cette eau ait été plus grande autrefois qu'elle ne l'est aujourd'hui.

*Eau provenant de la fonte des glaces polaires.* Diverses expériences ont donné les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Dans le voisinage du Spitzberg........ | 1.00017<br>1.00235 |
| Eau provenant d'un immense ice-berg (montagne de glace)................ | 1.00015 |
| Dans la baie de Baffin.................. | 1.00015 |

Voici les conséquences que M. Marcet a déduites de l'ensemble de ses pesées :

1° l'Océan, au sud de l'équateur, semble plus salé que dans l'hémisphère boréal ; car la moyenne des pesanteurs spécifiques, dans le premier hémisphère, est à la moyenne des pesanteurs spécifiques dans le second, comme 1.02920 est à 1.02757. M. Marcet fait remarquer lui-même que douze des échantillons d'où la densité moyenne 1.02757 de l'hémisphère nord a été déduite, provenaient de latitudes très-élevées; on pourrait donc imaginer que le voisinage des glaces a contribué à diminuer un peu le résultat. Si l'on comparait la moyenne de l'hémisphère sud aux seules observations que nous avons rassemblées plus haut sous le titre d'hémisphère septentrional, et qui embrassent l'espace compris entre l'équateur et le 55° degré de latitude nord, on trouverait le rapport de 1.0292 à 1.0283, et la différence serait alors dans les limites d'incertitude que ce genre d'expériences comporte.

2° La pesanteur spécifique moyenne des eaux de

l'équateur étant égale à 1.02777, ne surpasse que très-peu celle des eaux de l'hémisphère boréal; mais elle est sensiblement inférieure au résultat qu'a donné l'hémisphère austral. Les pesées du Dr John Davy, rapportées plus haut, n'indiquent pas que les eaux de l'équateur soient plus légères que celles de l'hémisphère austral.

3° Les variations de pesanteur spécifique, dans l'eau de la mer, n'ont aucune liaison avec les longitudes.

4° Les observations, abstraction faite de quelques circonstances locales, ne confirment pas l'opinion que l'eau de la mer est moins imprégnée de sel à la surface qu'à une grande profondeur.

5° Les eaux de l'Océan paraissent en général d'autant plus salées qu'on est plus loin de terre et que la mer a plus de profondeur. Le voisinage des glaces semble également diminuer la salure.

6° Les mers intérieures sont moins salées que l'Océan, quoiqu'elles communiquent avec lui. Ceci est surtout frappant pour la Baltique et, à un moindre degré, pour la mer Noire, la mer Blanche, la mer de Marmara et la mer Jaune.

7° La mer Méditerranée fait exception à la règle précédente et est plus salée que l'Océan, si l'on peut s'en rapporter aux résultats fournis par le petit nombre d'échantillons que M. Marcet a eu l'occasion d'essayer.

Pour expliquer l'excès de salure de la Méditerranée, on a supposé que la quantité d'eau douce que lui apportent les fleuves et les rivières est inférieure à ce qu'elle perd par l'évaporation; mais en ce cas, les eaux de cette mer ne se seraient-elles pas chargées de proportions de

sel de plus en plus considérables, et n'auraient-elles pas fini par se saturer presque tout à fait, alors même qu'on admettrait que le courant qui coule de l'Océan dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, avec une vitesse de 3 à 5 kilomètres à l'heure, suffit pour remplir complétement le déficit, à moins qu'on ne suppose encore qu'une partie des eaux de la Méditerranée se décharge, à son tour, dans l'Océan? Telle est en effet l'origine de l'opinion assez généralement admise parmi les navigateurs, qu'un courant inférieur dirigé de l'est à l'ouest règne continuellement dans le détroit de Gibraltar[1]. S'il était possible d'atteindre le fond dans ces parages, les questions relatives à l'existence de ce courant inférieur ne seraient pas longtemps douteuses; mais malheureusement les tentatives qu'on a faites à ce sujet n'ont point encore réussi. On sait déjà que l'eau puisée à la profondeur de 457 mètres n'est pas plus salée que l'eau de la surface; mais il est clair qu'un récipient rempli sur le fond même de la mer peut seul décider la question.

On a pu voir, dans les résultats rapportés plus haut que, près des montagnes de glace, l'eau à la surface de la mer est généralement très-légère. Dans ces circonstances, mais alors seulement, les pesanteurs spécifiques sont d'autant plus grandes qu'on descend plus bas: partout ailleurs, l'eau semble être également imprégnée de sel à toute profondeur. La mer de Marmara offre une exception frappante et qui mérite d'être remarquée; car la pesanteur spécifique de l'eau prise à la surface étant

1. Voir précédemment p. 557.

représentée par 1.020, celle de l'eau puisée au fond, à 62 mètres, était égale à 1.028.

L'opinion que l'eau de la mer est moins salée à la surface qu'à une certaine profondeur ayant été assez généralement adoptée jusqu'ici, on ne sera peut-être pas fâché de trouver, dans un tableau séparé, celles des observations de M. Marcet qui s'y rapportent.

| Latitude. | Longitude de Paris. | Profondeur où l'eau a été puisée. | Pesanteur spécifique. |
|---|---|---|---|
| 66° 50′ N | 70° 50′ O. | 146m | 1.02555 |
| 75 14 | 2 29 E. | 1381 | 1.02727 |
| 75 54 | 67 52 O. | 146 | 1.02590 |
| 76 32 | 79 06 O. | 146 | 1.02622 |
| 76 33 | .. .. O. | 146 | 1.02664 |
| 79 57 | 8 55 E. | 62 | 1.02670 |
| 80 26 | 8 10 E. | 433 | 1.02714* |
| 80 26 | 8 10 E. | 433 | 1.02715* |
| 80 28 | 8 0 E. | 338 | 1.02680* |
| 80 29 | 8 40 E. | 558 | 1.02684 |
| 63 49 | 57 58 O. | 146 | 1.02670 |
| 45 20 | 47 30 O. | 457 | 1.02816 |
| 36 0 | 7 20 O. | 457 | 1.03010 |

Pour les trois observations marquées d'un astérisque, la bouteille avait été remplie au fond même de la mer; ajoutons que la moyenne de tous ces résultats ne diffère pas sensiblement de celle qui est fournie par les bouteilles remplies à la surface, dans les mêmes parages.

Les résultats suivants obtenus par M. Darondeau sur divers échantillons d'eau recueillis pendant le voyage de *la Bonite*, avec l'appareil de M. Biot, ne s'accordent pas absolument avec les précédents; cependant nous ne croyons pas qu'on doive en conclure que l'eau est plus dense au fond qu'à la surface.

| Époques auxquelles l'eau a été puisée et lieux d'où elle provient. | Latitude. | Longitude. | Profondeurs auxquelles l'eau a été puisée. | Densité entre 8° et 10° centigr. |
|---|---|---|---|---|
| 30 août 1836 océan Pacifique. | 11° 8′ N. | 108° 50′ O. | Surface... | 1.02594 |
| | | | 114 mètres. | 1.02702 |
| 19 mars 1837 golfe du Bengale. | 11 43 N. | 87 18 E. | Surface... | 1.02545 |
| | | | 325 mètres. | 1.02663 |
| 10 mai 1837 golfe du Bengale. | 18 0 N. | 85 32 E. | Surface... | 1.02611 |
| | | | 488 mètres. | 1.02586 |
| 31 juillet 1837 océan Indien. | 24 5 S. | 52 0 E. | Surface... | 1.02577 |
| | | | 731 mètres. | 1.02739 |
| 24 août 1837 océan Atlantique méridional. | 30 40 S. | 11 47 E. | 650 mètres. | 1.02708 |

On voit qu'une fois dans le golfe du Bengale, la densité a été plus faible au fond qu'à la surface, et que dans trois autres expériences le contraire s'est présenté.

Les considérations suivantes de mon illustre et regrettable ami Gay-Lussac tendent à démontrer théoriquement qu'en général l'eau de mer doit avoir partout la même densité, conformément aux expériences de M. Marcet. « Dans une eau tranquille, dit Gay-Lussac, l'équilibre des couches superposées peut avoir lieu avec une densité uniforme dans toutes les couches, ou bien avec une densité croissante d'une manière quelconque de la surface au fond. Dans ce dernier cas, il semblerait possible que le fond de la mer fût plus salé que la surface. Mais si l'on suppose un état primitif d'une densité uniforme dans toute l'étendue des mers, il serait impossible que la salure fût plus grande aujourd'hui au fond qu'à la surface, au moins d'une manière sensible. En effet, la densité de toute la masse ne pourrait augmenter qu'aux dépens de l'eau évaporée à la surface; mais comme cette quantité, assez

petite par elle-même, est d'ailleurs compensée annuellement par les eaux de pluie, elle ne peut évidemment influer sur la salure de la mer d'une manière appréciable. Il en serait de même de la glace qui se forme dans le nord, à la surface des mers profondes. »

### XIV. — Sur les proportions de matières salines contenues dans les eaux de différentes mers.

L'analyse chimique a démontré que l'eau de mer contient du chlore, du brome, de l'iode, de l'oxygène, de l'azote, de la potasse, de la soude, de la chaux, de la magnésie, de l'oxyde de fer, de l'acide sulfurique, de l'acide carbonique, de la silice. Mais comment ces éléments se trouvent-ils combinés et existent-ils dans les mêmes proportions dans les différentes mers, à diverses profondeurs, au fond et à la surface? Les recherches faites jusqu'à ce jour ne sont pas suffisantes pour répondre à cette question délicate. Il est seulement prouvé que la quantité totale des gaz en dissolution (oxygène, azote et acide carbonique) augmente avec la profondeur, et que les gaz du fond sont plus riches en acide carbonique que ceux de la surface; c'est du moins ce qui résulte des recherches de M. Darondeau sur les eaux recueillies pendant le voyage de *la Bonite*.

Si l'on considère seulement la proportion des résidus solides provenant de la dessiccation de l'eau de mer, on ne trouve pas non plus à résoudre catégoriquement la question de la constance ou de l'inconstance de la salure de l'eau de mer, question qui n'est pas d'ailleurs autre chose que celle de la densité.

Lavoisier n'avait trouvé (*Mémoires de l'Académie*, pour 1772, 2e part.) que 1.967 de résidu salin pour 100 parties d'eau puisée à 40 lieues de la côte de Dieppe; c'est environ la moitié de ce qu'ont annoncé ses successeurs. Bergman n'était pas arrivé à des résultats plus exacts. Bouillon-Lagrange et Vogel ont trouvé 3.496 et lord Mulgrave 3.510 pour le poids du résidu laissé par 100 parties d'eau de l'océan Atlantique. Gay-Lussac a obtenu 3.63 pour la moyenne de 16 expériences faites sur des échantillons rapportés par M. Lamarche en 1816.

John Murray a trouvé 3.12 pour de l'eau puisée dans le golfe Frith of Forth, près de Leith, en 1815.

Pendant le troisième voyage de Cook, l'astronome de l'expédition détermina, dans un grand nombre de parages, la salure de l'eau de la mer, en se servant d'un appareil qui lui avait été donné par Cavendish; ces observations, dont M. Marcet paraît n'avoir pas eu connaissance, peuvent évidemment remplacer celles des pesanteurs spécifiques; on les trouve dans l'ouvrage de Bayly, intitulé : *The original astronomical observations made in the course of a voyage to the northern Pacific ocean*, etc., à la page 345; elles m'ont conduit aux résultats moyens que je vais rapporter.

*Hémisphère nord.* 26 expériences faites dans des points compris entre l'équateur et 70° 15′ de latitude, et par des longitudes qui ont varié depuis 171° 40′ ouest jusqu'à 168° 40′ est, donnent pour la salure moyenne, évaluée en poids:

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*................. | 3.46 pour 100 |
| Bouteille *B*................. | 3.53 |
| Moyenne.................. | 3.50 |

*Hémisphère sud.* 22 expériences faites depuis l'équateur jusqu'à 48° 30′ de latitude, entre 179° 35′ de longitude ouest et 159° 30′ de longitude est, donnent ces résultats moyens :

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*................. | 3.57 |
| Bouteille *B*................. | 3.65 |
| Moyenne.................... | 3.61 |

Les extrêmes, au nord de l'équateur, si l'on néglige deux ou trois observations dont nous n'avons pas tenu compte dans le calcul des moyennes parce qu'elles ont été faites à l'embouchure des rivières ou dans le voisinage des montagnes de glace, sont :

| | |
|---|---|
| Pour la bouteille *A*........ | 3.09 et 3.80 |
| Pour la bouteille *B*......... | 3.22 et 3.87 |

Dans l'hémisphère austral, le moindre résultat qu'on ait trouvé avec la bouteille *A* est 3.28, et le plus grand 3.72; les extrêmes fournis par la bouteille *B* sont 3.47 et 3.86.

Les différences qu'on remarque entre les résultats fournis par les bouteilles *A* et *B* indiquent le degré d'exactitude auquel il était possible d'atteindre avec l'appareil dont se servait Bayly; car l'eau des deux bouteilles était toujours puisée au même instant; cette exactitude est d'environ une unité sur le second chiffre significatif : je ne sais pas si, après cela, on se croira autorisé à conclure de la différence du même ordre qu'on trouve entre les deux moyennes 3.50 et 3.61, que l'hémisphère boréal est un peu moins salé que l'hémisphère opposé.

En calculant les moyennes des seules observations

faites entre les tropiques, pour des longitudes très-variées, j'ai trouvé les nombres suivants :

Au nord de l'équateur

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*, 8 observations, salure moyenne... | 3.60 |
| Bouteille *B*, 8 observations.................. | 3.64 |
| Moyenne................................. | 3.62 |

Au sud de l'équateur, on a obtenu :

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*, 9 observations, salure moyenne... | 3.59 |
| Bouteille *B*, 9 observations.................. | 3.65 |
| Moyenne................................. | 3.62 |

L'ensemble de toutes les observations recueillies dans l'océan Atlantique donne, pour la salure moyenne de cette mer :

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*, 18 observations................. | 3.65 |
| Bouteille *B*, id. ................. | 3.66 |
| Moyenne................................. | 3.66 |

Les observations faites dans le grand Océan, depuis le cap Horn et le cap de Bonne-Espérance jusqu'au Kamtchatka, donnent :

| | |
|---|---|
| Bouteille *A*, 32 observations, salure moyenne.. | 3.42 |
| Bouteille *B*, id. ................. | 3.52 |
| Moyenne................................. | 3.47 |

Ces derniers nombres sembleraient indiquer que l'eau de mer, dans l'océan Atlantique, est un peu plus riche en sel que dans le grand Océan : la longitude aurait donc ici une petite influence.

M. Marcet a trouvé les résultats suivants dans ses belles recherches de 1819 dont j'ai déjà parlé :

| | Poids du résidu salin pour 100 parties d'eau. |
|---|---|
| Eau de l'océan Arctique à une certaine profondeur | 3.80 |
| Id. à la surface | 2.83 |
| Eau de glace de mer, côtes du Spitzberg | 0.35 |
| Océan Atlantique méridional | 4.12 |
| Mer Blanche | 3.22 |
| Mer Noire | 4.16 |
| Mer Baltique | 0.66 |
| Eau de la mer de Marmara, puisée à la surface à l'entrée de l'Hellespont | 2.82 |
| Id. puisée au fond | 4.20 |
| Milieu de l'Atlantique nord | 4.26 |
| Mer Jaune | 3.22 |
| Eau de la Méditerranée prise à Marseille | 3.94 |
| Eau de la mer Morte | 38.50 |
| Eau du lac Ourmia, en Perse, rapportée par Brown | 22.30 |

M. Darondeau a trouvé pour les eaux puisées pendant le voyage de *la Bonite* :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Océan Pacifique.. | 3.429 à la surface, | et | 3.528 à 144 | mètres. |
| Golfe du Bengale. | 3.218 | — | 3.491 à 325 | — |
| — | 3.378 | — | 3.486 à 488 | — |
| Océan Indien..... | 3.669 | — | 3.518 à 731 | — |
| Océan Atlantique méridional. .... | » | — | 3.575 à 650 | — |

Je terminerai en donnant les résultats obtenus plus récemment par des chimistes renommés pour leur grande habileté :

| Noms des mers. | Noms des observateurs. | Poids du résidu salin pour 100 parties d'eau. |
|---|---|---|
| Manche..... | Schweitzer.......... | 3.52 |
| Méditerranée | Laurent............ | 4.07 |
| Noire....... | Gobel.............. | 1.77 |
| Azof........ | *Id.* .............. | 1.19 |
| Caspienne... | *Id.* .............. | 0.62 |

Tous les résultats que nous avons discutés présentent, dans quelques points, des discordances qui ne peuvent pas être uniquement attribuées aux incertitudes des expériences; il y a donc en pleine mer, de temps à autre, des bandes ou des espèces de rivières d'eau plus ou moins salées : il est vrai que l'agitation des vagues ramène bientôt le tout à l'uniformité; en sorte que, en masse, on peut admettre que les eaux de l'Océan sont à très-peu près également chargées de substances salines sur tout le globe.

### XV. — Sur les phénomènes qui accompagnent la congélation de l'eau de mer.

On savait depuis longtemps que l'eau provenant de la fonte des hautes masses de glace flottantes qu'on appelle des *ice-bergs*, est de l'eau douce très-pure. Ces masses, en effet, doivent leur origine à la neige fondue et sont entraînées, de temps à autre, des vallées vers la mer, ou par leur propre poids, ou par les pluies et les torrents. La table précédente des pesanteurs spécifiques confirme cette opinion, et montre de plus que les vastes plaines de glace (*ice-field* ou *floes*) provenant de la congélation de la surface de la mer, donnent, par la fusion, une eau plus pure que celle de la plupart des sources ou des rivières. L'eau de la mer abandonne donc, dans l'acte de la congélation, la plus grande partie, sinon la totalité du sel qu'elle tenait en dissolution. Nairne avait déjà reconnu ce fait, dès 1776, par des expériences directes.

M. Marcet est disposé à croire que la séparation du sel et de l'eau s'effectue en grande partie avant que la glace

se forme ; mais le fait sur lequel il fonde cette opinion ne nous paraît pas entièrement convaincant : ne serait-il pas possible, en effet, que l'eau de 1.00017 de pesanteur spécifique que le lieutenant Franklin a puisée une fois à la surface de la mer, au milieu des glaces, provînt originairement de la fonte de celles-ci ?

Suivant Nairne, la congélation de l'eau de mer ordinaire a lieu à la température de — 1°.94 centigrade : M. Marcet trouve — 2°.2.

Sir Blagden a reconnu, par des expériences directes, que si un poids donné d'un sel quelconque, en se dissolvant dans l'eau, abaisse le terme naturel de la congélation de ce liquide d'un certain nombre de degrés, un poids double du même sel l'abaissera du double, un poids triple produira un effet triple, et ainsi de suite. Voici, pour le chlorure de sodium, les résultats comparatifs du calcul et de l'expérience :

| Proportions de sel ajoutées à un poids donné d'eau. | Degrés de congélation déterminés par l'expérience. | Degrés de congélation calculés. |
|---|---|---|
| $\frac{10}{320}$ | — 1°.9 | — 1°.9 |
| $\frac{10}{240}$ | — 2 .5 | — 2 .6 |
| $\frac{10}{160}$ | — 3 .7 | — 3 .9 |
| $\frac{10}{100}$ | — 5 .8 | — 6 .2 |
| $\frac{10}{78}$ | — 7 .5 | — 7 .9 |
| $\frac{10}{62}$ | — 10 .3 | — 10 .0 |
| $\frac{10}{50}$ | — 12 .5 | — 12 .5 |
| $\frac{10}{45}$ | — 13 .8 | — 13 .9 |
| $\frac{10}{40}$ | — 15 .6 | — 15 .6 |

Tous les nombres de la troisième colonne sont déduits du résultat de la dernière expérience, et l'on voit qu'ils justifient complétement la loi en question. En calculant, d'après ces mêmes données, le terme de la congélation

de l'eau de mer, dans la supposition qu'elle ne contînt que les 13/486 de son poids en chlorure de sodium, on trouverait — 1°.7. Ce nombre est un peu inférieur à celui que l'expérience a fourni, et l'on devait s'y attendre, puisque, outre le chlorure de sodium, l'eau de mer tient encore en dissolution, ainsi qu'on l'a vu plus haut, des proportions sensibles de plusieurs autres matières salines.

Nairne avait reconnu que si l'eau de mer était garantie de toute agitation, elle pouvait descendre de plusieurs degrés au-dessous du terme de la congélation, et se conserver cependant fluide.

En refroidissant de l'eau de mer dont la pesanteur spécifique était 1.026, sous le récipient d'une machine pneumatique, M. Marcet parvint une fois à abaisser sa température jusqu'à — 7°.3 centigrades sans qu'elle se congelât; mais à l'instant où la solidification de l'eau commença à se manifester, le thermomètre remonta subitement à — 2°.2.

Dans les expériences de Nairne, les pesanteurs spécifiques de diverses espèces d'eaux étaient comme il suit :

| | |
|---|---|
| Eau de mer | 1.026 |
| Eau provenant de la fonte du glaçon produit par la congélation d'une partie de l'eau de mer précédente | 1.001 |
| Eau de pluie distillée | 1.000 |
| Eau de pluie et de neige | 1.002 |
| L'eau de mer qui était restée fluide au fond du vase où la congélation s'était effectuée | 1.029 |

On voit, par ces résultats, que l'eau de mer avait abandonné, en se congelant, la presque totalité du sel qu'elle tenait en dissolution; les expériences faites dans

le vide, par M. Marcet, ont offert une séparation moins complète.

| | |
|---|---|
| L'eau sur laquelle ce dernier chimiste opérait avait primitivement pour pesanteur spécifique.................................. | 1.026 |
| Celle de l'eau provenant de la fonte du glaçon était encore........................... | 1.015 |
| Enfin, la pesanteur spécifique du liquide qui avait résisté à la congélation surpassait..... | 1.035 |

La séparation plus ou moins complète du sel et de l'eau semble donc dépendre de la rapidité avec laquelle la congélation s'opère; et ceci explique pourquoi les divers échantillons de glace recueillis en pleine mer ne donnent pas tous de l'eau également pure.

L'eau pure présente, comme on sait, ce phénomène remarquable que le maximum de densité n'a pas lieu au terme de la congélation, mais bien aux environs de $+4°$ centigrades. M. Marcet a cherché si l'eau de mer n'offrirait pas quelque chose d'analogue; il a employé pour cela deux méthodes :

Dans la première, on abaissait graduellement la température du liquide avec des mélanges réfrigérants, et l'on déterminait sa pesanteur spécifique pour chaque degré du thermomètre. Il est difficile de parvenir ainsi à des résultats d'une exactitude rigoureuse; néanmoins ceux que M. Marcet a obtenus conduisent tous à la conclusion que l'eau de mer se contracte jusqu'au moment même de sa congélation.

Dans la seconde méthode, M. Marcet substitua l'évaluation des volumes à celle des poids.

L'appareil se composait d'un matras à long col dans

l'intérieur duquel était placé un thermomètre très-sensible ; un tube gradué d'un calibre uniforme et connu s'ajustait au col du matras ; le tout était rempli d'eau de mer en assez grande quantité pour qu'une petite portion de liquide vînt occuper un certain nombre de divisions du tube calibré ; l'expérience se faisait ensuite en plaçant le matras enveloppé de coton ou de toute autre substance peu conductrice, dans un récipient dont les parois touchaient à des mélanges réfrigérants : l'eau se refroidissait ainsi très-lentement, et sa température était continuellement indiquée par le thermomètre intérieur ; quant à ses changements de volume, les excursions du liquide dans le tube gradué en donnaient la mesure, abstraction faite toutefois des variations de capacité du récipient.

Dans quatre expériences faites suivant cette méthode, et qui ne diffèrent pas sensiblement l'une de l'autre, M. Marcet a vu de l'eau de mer ayant 1.027 de pesanteur spécifique se contracter graduellement, quoiqu'en progression décroissante, à mesure que la température diminuait, jusqu'à — 5°.6 centigrades ; passé ce terme, l'eau paraissait éprouver une légère dilatation ; enfin, à la température de 7 ou 8 degrés centigrades au-dessous de zéro, l'eau, en se congelant, augmentait de volume, et le thermomètre remontait à — 2°.2. M. Marcet évalue la dilatation produite par la congélation de l'eau de mer à 7.1 pour 100 du volume primitif.

« Puisque l'eau de mer, d'après ces expériences, dit M. Marcet, ne commence à se dilater qu'au-dessous de la température où elle se gèle, on doit en tirer la conséquence singulière que si la congélation n'est pas retardée,

le liquide se solidifiera sans avoir préalablement éprouvé un commencement de dilatation : les phénomènes que présente l'eau pure ne sont donc pas applicables à l'eau de mer. »

On pourrait se demander si la petite dilatation que l'eau de mer éprouvait au-dessous de — 5°.6 centigrades, ne dépendait pas uniquement de la contraction du vase de verre qui la contenait; mais M. Marcet dit s'être assuré, par le calcul, que l'effet de cette contraction n'aurait été que la moitié de l'ascension qui se manifestait dans ses expériences; il faudrait évidemment qu'elles fussent répétées par une méthode tout à fait indépendante de cette cause d'erreur.

Je trouve, dans un mémoire de sir Charles Blagden (*Transactions philosophiques*, pour 1788, vol. LXXVIII, p. 311), une expérience qui me paraît mériter d'être rapportée, puisqu'elle conduit à un résultat diamétralement opposé à celui que M. Marcet a obtenu :

« L'eau pure, dit sir Blagden, commence à se dilater, quand on la refroidit, à la température de 4°.4 centigrades au-dessus du terme de sa congélation. Ayant formé une dissolution de sel commun dans les proportions de 4.8 parties d'eau sur 1 de sel, et qui se gelait conséquemment à — 12°.9 centigrades, je la versai dans un appareil dont je m'étais déjà servi pour des expériences analogues : cette solution graduellement refroidie se contracta jusqu'à la température de — 8°.3 centigrades; mais à — 9°.4, elle avait déjà éprouvé une dilatation sensible. Si nous supposons que la dilatation commençait à s'opérer à — 8°.5, on voit que ce sera, comme pour l'eau

pure, 4°.4 tout juste au-dessus du nouveau degré de congélation. De là nous pouvons peut-être conclure que le sel, en se dissolvant dans l'eau, n'a d'autre effet, à l'égard de la dilatation que ce fluide éprouve en se refroidissant, que celui d'abaisser la température où ce phénomène se manifeste, du même nombre de degrés dont il abaisse le point de congélation. »

### XVI. — Température de la mer.

J'ai appelé, dans de nombreuses occasions, l'attention des physiciens sur la nécessité d'obtenir des déterminations multipliées de la température de la mer, dans tous les parages, à la surface, au fond et à diverses profondeurs[1]; j'ai rapporté plusieurs observations qui jettent du jour sur les problèmes que le thermomètre peut servir à résoudre en ce qui concerne, soit la constitution de l'Océan, soit la navigation.

Plusieurs physiciens et navigateurs ont imaginé que le fond des mers était à la température de zéro ou même recouvert de glaces. Je citerai, entre autres, M. Parrot (dans le journal de Férussac, février 1819), et Péron (dans un Mémoire inséré dans le second volume du *Voyage de découvertes aux terres australes*).

Les observations sur lesquelles s'est appuyé M. Parrot ont été faites de 1823 à 1826 par M. Lenz, pendant le voyage autour du monde de l'expédition russe. On dit que les expériences de M. Lenz ont été exécutées avec le

1. Voir p. 71, 72, 199, 253 à 261, 320 de ce volume.

plus grand soin, mais on ne s'explique pas sur la nature de l'appareil employé. Voici les résultats obtenus :

| Latitude nord. | Longitude de Paris. | Profondeurs. | Température. |
|---|---|---|---|
| 7° 20′ | 24° 19′ O | 0m | 25°.8 |
| *Id.* | *Id.* | 1,050 | 2 .2 |
| 21° 14′ | 198° 30′ | 0m | 26°.4 |
| *Id.* | *Id.* | 274 | 16 .4 |
| *Id.* | *Id.* | 805 | 3 .2 |
| *Id.* | *Id.* | 1,296 | 2 .9 |
| *Id.* | *Id.* | 1,783 | 2 .4 |
| 25° 6′ | 159° 19′ | 0m | 21°.5 |
| *Id.* | *Id.* | 325 | 14 .6 |
| 32° 6′ | 139° 05 | 0m | 21°.4 |
| *Id.* | *Id.* | 175 | 13 .3 |
| *Id.* | *Id.* | 417 | 6 .5 |
| *Id.* | *Id.* | 877 | 3 .7 |
| *Id.* | *Id.* | 1,155 | 2 .2 |
| 32° 21′ | 44° 50′ | 0m | 20°.9 |
| *Id.* | *Id.* | 1,978 | 2 .2 |
| 41° 12′ | 144° 19′ | 0m | 15°.2 |
| *Id.* | *Id.* | 400 | 5 .2 |
| *Id.* | *Id.* | 998 | 2 .1 |
| 45° 35′ | 17° 37′ | 0m | 14°.6 |
| *Id.* | *Id.* | 385 | 10 .4 |
| *Id.* | *Id.* | 773 | 10 .0 |

La température, dit M. Parrot, diminue rapidement, quoiqu'en progression décroissante, jusqu'à la profondeur de 780 à 975 mètres et ensuite très-lentement jusqu'à 1,783 mètres.

Ce physicien croit que le fond solide de la mer est à zéro. C'est là, suivant lui, la cause de la température si basse à laquelle se trouve l'eau à de grandes profondeurs. Ainsi, dit-il, « la température générale de la surface de la terre, abstraction faite de la chaleur

excitée par les rayons solaires, est à peu près celle de la congélation de l'eau. » M. Parrot regarde les observations de la température des couches inférieures de l'Océan comme une preuve que la température de la terre n'est pas croissante. Il n'a pas même songé à examiner quel pourrait être l'effet des courants sous-marins.

On ne peut se défendre d'un peu de surprise en voyant avec quelle légèreté Péron a adopté l'idée que les abîmes des mers sont recouverts de glaces éternelles; car rien, dans les expériences qu'il rapporte, ne justifie une telle conclusion. Un thermomètre, qui avait séjourné $1^h\,50^m$ à 390 mètres de profondeur, marquait à sa sortie $+ 9°.4$ centigrades, la surface des eaux étant à $+ 30°.6$. Un second essai fait, comme le premier, entre les tropiques et à 696 mètres, donna, dans les couches inférieures $+ 7°.0$. Sans doute il faut admettre que, malgré tous les artifices auxquels on avait eu recours pour isoler le thermomètre, il se réchauffait un peu pendant le temps assez considérable que durait son ascension; mais pour qu'il fût permis de supposer qu'il était originairement au terme de la congélation de l'eau, il faudrait avoir fait, sur les progrès de son réchauffement, des expériences très-délicates dont Péron ne s'était pas avisé, ou dont au moins il ne reste aucune trace dans son Mémoire. S'il était bien démontré que l'eau, à la surface de l'Océan et dans les environs de l'équateur, ne descend jamais, par son rayonnement nocturne vers l'espace, jusqu'à la température de $+ 4°$ ou $+ 5°$ centigrades, on pourrait peut-être considérer les résultats qui précèdent comme des preuves de l'existence de courants inférieurs

dirigés des pôles vers les tropiques. Les sondes thermométriques qui ont été faites par Forster et Irving, au milieu des glaces polaires, pendant le voyage de Cook et du capitaine Phipps, ont montré que la température est quelquefois plus forte au fond de la mer qu'à la surface. Ainsi, le 4 août 1773, par 80° 30′ de latitude nord et à 98 mètres de profondeur, un thermomètre marquait + 3°.9 : à la surface il n'était qu'à + 2°.2. En décembre 1772, latitude 55° sud, la température des vagues de l'Océan était — 1°.1 centigrade : un thermomètre qui avait séjourné 17 minutes à 163 mètres de profondeur marquait + 1°.1. Des épreuves analogues, faites dans les mêmes parages, conduisent à des résultats qui sont contraires aux précédents, mais sur lesquels on ne saurait asseoir aucune conclusion bien précise, tant il paraît difficile d'assigner des limites aux erreurs dont de telles observations sont susceptibles. Quant aux expériences du même genre que renferme le Voyage dans les Alpes, elles ont été faites avec les attentions scrupuleuses que Saussure apportait dans tous ses travaux. J'ai rassemblé, dans le tableau ci-dessous, les résultats qu'elles fournissent : on ne manquera pas de remarquer que, de part et d'autre de la chaîne des Alpes et dans toutes les saisons de l'année, la température du fond des lacs est, sinon parfaitement, du moins à très-peu près celle où l'eau acquiert son maximum de densité. Les eaux de l'Océan, dans les latitudes où la température de la surface descend jusqu'au terme de la congélation, présenteraient sans doute des résultats analogues si les couches, qui tendent à se disposer dans l'ordre de leurs densités, n'étaient pas continuellement

bouleversées par des courants abondants et rapides, dont les sondes thermométriques feront connaître un jour la force et la direction. Il sera peut-être important, à cette occasion, de rechercher, par de nouvelles expériences directes, quel est le maximum de densité de l'eau salée. On a vu précédemment que sir Charles Blagden a cru reconnaître que la dissolution d'une certaine quantité de chlorure de sodium dans l'eau abaisse également le point de congélation et celui du maximum de densité : en sorte que le dernier est toujours de 4 degrés centigrades au-dessus du précédent.

| | | Température à la surface. | Température du fond. | Profondeur. |
|---|---|---|---|---|
| | | centigr. | centigr. | mètres. |
| Lac de Genève | (6 février 1777) | 5°.0 | + 5°.4 | 309 |
| | (5 août 1779) | 21 .2 | 6 .1 | 49 |
| — de Thun | (7 juillet 1783) | 19 .0 | 5 .0 | 114 |
| — de Brienz | (8 juillet 1783) | 19 .4 | 4 .8 | 162 |
| — de Lucerne | (28 juillet 1783) | 20 .3 | 4 .9 | 195 |
| — de Constance | (25 juillet 1784) | 18 .1 | 4 .3 | 120 |
| — Majeur | (19 juillet 1783) | 25 .0 | 6 .7 | 109 |
| — de Neuchâtel | (17 juillet 1779) | 23 .1 | 5 .0 | 105 |
| — Bienne | (20 juillet 1779) | 20 .7 | 6 .9 | 70 |
| — d'Annecy | (14 mai 1780) | 14 .4 | 5 .6 | 53 |
| — du Bourget | (6 octobre 1784) | 17 .9 | 5 .6 | 78 |

Des observations nombreuses ont été faites, pendant les dernières expéditions des Anglais vers le pôle nord, pour déterminer les températures relatives de la surface et du fond de l'Océan. Les instruments dont le capitaine Ross et ses officiers faisaient usage, dans la baie de Baffin, étaient des thermomètres à maxima et à minima; leurs indications ont été comparées, à plusieurs reprises, avec la température du limon et du sable qu'on ramassait en

grande quantité au fond même de la mer à l'aide d'un appareil inventé par le capitaine Ross, et se sont généralement accordées. Le lieutenant Franklin et ses coopérateurs, dans l'expédition du Spitzberg, employaient de leur côté, pour puiser de l'eau à diverses profondeurs, soit l'appareil à deux soupapes du Dr Irving, soit une machine ingénieuse imaginée par M. Marcet, mais qui ne peut servir que lorsqu'on atteint le fond, et plongeaient le thermomètre dans cette eau après l'avoir amenée à la surface. On doit convenir qu'il est difficile alors d'apprécier les changements de température qu'éprouve l'appareil en traversant tant de couches liquides : remarquons cependant que si cette cause d'erreur a pu avoir une influence sensible, elle a dû tendre seulement à diminuer, dans chaque expérience, les différences entre les températures du fond et celles de la surface; mais que ces différences doivent exister dans l'ordre indiqué par les observations. Voyons maintenant ce qu'on a trouvé dans la baie de Baffin.

En septembre 1818, par 66° 50′ de latitude nord et 70° 50′ de longitude occidentale, le capitaine Ross a obtenu les résultats suivants :

| Profondeur en mètres. | Température centigrade. | |
|---|---|---|
| 0° | + 0°.6 | La température de l'air était alors + 2°.2. |
| 130 | — 1 .1 | |
| 325 | — 1 .7 | |
| 325 | — 1 .9 | |
| 1089 | — 3 .9 | |

Le capitaine Sabine, qui était embarqué avec le capitaine Ross, a fourni à M. Marcet la table suivante :

| DATES. | LATITUDE. | LONGITUDE de Paris. | PROFONDEUR en mètres. | TEMPÉRATURES au fond. | TEMPÉRATURES à la surface. | TEMPÉRATURES dans l'air. | PROFONDEURS auxquelles a été trouvé le fond. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 mai. | 59°N | 46°O | 130 | + 2°.7 | + 3°.9 | + 4°.4 | » |
| 3 août. | 76 | 65 | 674 | — 1 .7 | + 1 .1 | + 3 .3 | 698 mètres. |
| 14 .... | 76 | 68 | 685 | — 1 .2 | 0 .0 | + 3 .3 | 730 mètres. |
| — .... | — | — | 325 | — 1 .1 | 0 .0 | + 3 .3 | » |
| 24 .... | 77 | 80 | 390 | — 1 .4 | — 0 .3 | + 0 .6 | » |
| 25 .... | 76 | 80 | 88 | — 1 .4 | + 0 .3 | — 0 .3 | 91 mètres. |
| 29 .... | 75 | 79 | 276 | — 0 .6 | + 2 .2 | + 1 .1 | 276 mètres. |
| 30 .... | 74 | 81 | 381 | — 1 .5 | + 2 .5 | + 2 .8 | » |
| 5 sept. | 73 | 76 | 307 | — 1 .0 | + 1 .7 | + 1 .9 | 307 mètres. |
| 6 .... | 72 | 75 | 400 | — 1 .1 | + 2 .2 | + 2 .8 | » |
| 7 .... | 72 | 73 | 1625 | — 1 .8 | + 1 .7 | + 0 .6 | 1625 mètres. |
| 19 .... | 67 | 63 | 163 | — 1 .1 | + 0 .6 | + 1 .7 | 1218 mètres. |
| *Id.* .... | *Id.* | *Id.* | 325 | — 1 .7 | + 0 .6 | + 1 .7 | |
| *Id.* .... | *Id.* | *Id.* | 650 | — 1 .7 | + 0 .6 | + 1 .7 | |
| *Id.* .... | *Id.* | *Id.* | 1104 | — 3 .6 | + 0 .6 | + 1 .7 | |
| 26 .... | 66 | 62 | 503 | — 1 .7 | + 1 .1 | + 2 .2 | 601 mètres. |
| 4 oct.. | 60 | 60 | 1462 | — 2 .1 | + 4 .4 | + 2 .8 | » |
| 27 .... | 61 | 9 | 763 | + 8 .3 | + 9 .6 | + 10 .2 | » |

Il résulte incontestablement du tableau précédent que, dans la baie de Baffin, la température de l'eau de la mer est d'autant moindre qu'on descend plus profondément. Examinons maintenant ce que vont donner les observations faites, à la même époque, dans les mers du Spitzberg.

| DATES. | LATITUDE. | LONGITUDE de Paris. | PROFONDEUR en mètres. | TEMPÉRATURES au fond. | à la surface. | dans l'air. | REMARQUES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 juin. | 80° N | 9° 1/4 E | 39 | — 0.6 | — 0.3 | — 1.1 | Le navire est entouré de glaces. |
| 21 .... | 80 | » | 31 | — 0.6 | — 1.1 | — 1.1 | *Idem.* |
| 22 .... | 80 | » | 54 | — 0.6 | — 1.1 | — 1.1 | *Idem*, à peu de distance de la terre. |
| 23 .... | 80 | 8 | 34 | + 0.1 | — 0.3 | — 1.1 | *Idem*, à côté de la terre. |
| 25 .... | 80 | » | 28 | + 1.1 | + 0.6 | + 1.1 | A 2 lieues. 3/4 de terre, point de glace. |
| 26 .... | 80 | 7 1/2 | 24 | + 1.1 | + 1.1 | + 1.7 | A quelques lieues du bord des glaces. |
| 27 .... | 80 | 8 | 117 | + 1.4 | + 1.1 | + 2.2 | Quelques masses de glaces flottantes. |
| 29 .... | 80 | 8 | 28 | + 1.1 | + 1.1 | + 3.9 | Près de terre, entre deux îles. |
| 8 juil. | 80 1/3 | 9 1/4 | 195 | + 2.2 | + 0.6 | + 1.7 | A 11 ou 12 lieues de terre, le bâtiment pris dans les glaces. |
| 9 .... | 80 1/2 | 9 1/4 | 195 | + 2.2 | — 0.6 | + 1.7 | *Idem.* |
| 11 .... | 80 1/3 | 8 3/4 | 195 | + 2.2 | 0.0 | + 4.4 | Entouré de glaces. |
| 12 .... | 80 1/3 | 9 | 235 | + 2.2 | 0.0 | + 2.2 | *Idem.* |
| 13 .... | 80 1/3 | 9 | 385 | + 2.0 | — 0.2 | + 4.4 | *Idem.* |
| 16 .... | 80 1/2 | 9 | 281 | + 2.5 | 0.0 | + 3.9 | *Idem.* |
| 18 .... | 80 1/2 | 8 3/4 | 495 | + 2.2 | + 0.2 | + 2.2 | » |
| 23 .... | 80 1/4 | 9 3/4 | 119 | + 2.6 | + 0.2 | + 2.8 | Les glaces se séparent. |
| 10 sept. | 75 1/4 | 2 | 1228 | + 2.2 | + 1.7 | + 2.8 | Mer libre. |
| 24 .... | 66 1/2 | 3 1/4 | 422 | + 5.3 | + 6.1 | + 7.0 | A 139 lieues des terres et des glaces. |

Pour toutes les observations de ce second tableau, si l'on en excepte les deux dernières, l'eau avait été puisée au fond même de la mer.

On voit, par cette table, dont M. Marcet est redevable au lieutenant Franklin, que, dans le voisinage du Spitzberg, sous le 80ᵉ degré de latitude, la température de la mer est plus grande au fond qu'à la surface ; les observations du lieutenant Beechey et de l'astronome Fischer, qui faisaient, l'un et l'autre, partie de la même expédition, conduisent aussi à ce résultat. M. Marcet n'a pas cherché à expliquer comment il arrive que, dans deux mers presque contiguës et soumises aux mêmes vicissitudes de températures annuelles, la couche chaude se trouves dans

l'une, à la surface, dans l'autre, précisément au fond.

M. Clarke Abel rapporte que le capitaine Wauchope, du vaisseau l'*Eurydice*, laissa tomber à peu de degrés de l'équateur, par un temps parfaitement calme, une sonde qui était attachée à une corde de 2,560 mètres de longueur. La profondeur verticale pouvait être au moment de l'expérience de 1,829 mètres. La température de la surface était alors de 22°.8 centigrades; au fond le thermomètre marquait 5°.6. (*Annals of Philosophy*, avril 1819, p. 314.)

Voici maintenant des observations de la température de la mer, près de l'archipel Shetland du Sud.

Le 8 novembre 1821, le capitaine Powel trouva, par 61° 36′ de latitude sud et 65° 55′ de longitude ouest, comptée de Paris, la température de la mer :

| | |
|---|---|
| A la surface.......................... | 0°.0 |
| A 317 mètres de profondeur........ | + 1 .0 |
| L'air était à.......................... | + 3 .0 |

Le 9 novembre 1821, par la latitude 62° 40′ et la longitude 65° 25′ ouest,

| | |
|---|---|
| Température de l'air.............. | + 1°.0 |
| Celle de la surface de la mer........ | 0 .0 |
| Celle de la mer à 276 mètres....... | + 1 .0 |

En 1829, j'ai discuté sur la demande de M. d'Urville les observations de la température de la mer que ce voyageur a faites dans sa dernière campagne; j'ai annoncé, dans la séance du Bureau des longitudes du 29 juillet, que l'énorme diminution de chaleur qu'on observe avec la profondeur en plein Océan, n'a pas lieu dans la Médi-

terranée. De là paraît résulter la conséquence que les eaux froides des régions tropicales sont amenées aux petites latitudes de l'Océan par des courants sous-marins venant des pôles. Ces courants ne pénètrent pas dans la Méditerranée, soit à cause de la direction du détroit de Gibraltar, soit à cause d'un contre-courant inférieur qui amène les eaux de la Méditerranée dans l'Océan. Cette dernière explication est démontrée par les observations faites au fond de la mer près de Cadix et d'Algésiras.

Des observations faites par M. Clarke Abel dans la mer Jaune, à la surface et à une certaine profondeur, démontrent aussi que dans cette mer on ne trouve pas une très-grande diminution à mesure que l'on s'enfonce. Voici ces observations :

| Dates. | Latitude. | Longitude. | Profondeur en mètres. | Température | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | fond. | surface. | air. |
| 23 juillet.. | 35° 1′ N. | 121° 26′ E. | 73.15 | 18°.3 | 23°.3 | 24°.4 |
| 24 — .. | 36 24 | 120 39 | 27.43 | 19 .4 | 21 .7 | 23 .9 |
| 25 — .. | 37 30 | 120 20 | 36.57 | 16 .7 | 19 .4 | 22 .2 |
| 25 — .. | | | 27.43 | 18 .9 | 20 .6 | 23 .3 |
| 26 — .. | 37 58 | 119 14 | 27.43 | 18 .9 | 19 .4 | 23 .3 |
| 27 — .. | 38 12 | 118 0 | 27.43 | 22 .2 | 23 .3 | 23 .9 |

D'après Péron la température des eaux de la mer, à la surface et loin des terres, est, en général, plus froide à midi que celle de l'atmosphère observée à l'ombre. Elle est constamment plus forte à minuit. L'eau et l'air doivent donc se trouver à la même température deux fois dans le jour. La température moyenne des eaux de la mer, à la surface et loin des continents, est supérieure à celle de l'atmosphère dans les mêmes lieux. Les observations suivantes faites à bord de la frégate *la Junon*, en

avril 1821, dans la traversée des Antilles aux États-Unis, confirment les résultats précédents :

| JOURS. | Moment de l'observation. | POINT, A MIDI. Latit.O. | Longit.N. | THERM. CENTIG. Air. | Eau. | État de l'air. | VENTS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $6^h$ du matin.. | | | 18°.7 | 21°.2 | Couvert. | N.-O. |
| | Midi......... | 30°.14 | 72°.34 | 20 .4 | 21 .2 | Beau. | O. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 19 .2 | 21 .2 | *Id.* | O.-S.-O. |
| 2 | $6^h$ du matin.. | | | 18 .7 | 20 6 | Clair. | S.-O. |
| | Midi......... | 32 .29 | 74 .0 | 20 .0 | 21 .2 | Grains. | S.-O. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 20 .0 | 21 .2 | *Id.* | S.-O. |
| 3 | $6^h$ du matin.. | | | 13 .4 | 20 .4 | Couvert. | N.-N.-O. |
| | Midi......... | 32 .54 | 73 .36 | 16 .0 | 21 .2 | *Id.* | *Id.* |
| | $6^h$ du soir.... | | | 11 .6 | 21 .2 | *Id.* | *Id.* |
| 4 | $6^h$ du matin.. | | | 11 .9 | 20 .6 | *Id.* | *Id.* |
| | Midi......... | 32 .58 | 72 .57 | 12 .5 | 20 .0 | *Id.* | *Id.* |
| | $6^h$ du soir.... | | | 12 .5 | 20 .0 | *Id.* | *Id.* |
| 5 | $6^h$ du matin.. | | | 12 .5 | 20 .0 | *Id.* | N.-O. |
| | Midi......... | 33 .31 | 71 .31 | 15 .6 | 20 .0 | Clair. | O. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 15 .6 | 20 .4 | Couvert. | O. |
| 6 | $6^h$ du matin.. | | | 18 .7 | 20 .0 | Grains. | O.-S.-O. |
| | Midi......... | 34 .47 | 72 .18 | 20 .0 | 20 .4 | Beau. | O. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 20 .0 | 20 .4 | Éclaircies. | O.-N.-O. |
| 7 | $6^h$ du matin.. | | | 18 .7 | 20 .4 | Beau. | S.-O. |
| | Midi......... | 35 .19 | 73 .16 | 22 .5 | 21 .2 | *Id.* | S.-S.-O. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 20 .6 | 20 .6 | *Id.* | *Id.* |
| | $11^h$ du soir... | | | 20 .6 | 20 .6 | Éclaircies. | S.-O. |
| 8 | $6^h$ du matin.. | | | 20 .0 | 21 .2 | *Id.* | S.-S.-O. |
| | Midi......... | 36 .55 | 76 .30 | 17 .5 | 12 .5 | Couvert. | *Id.* |
| | $6^h$ du soir.... | 35 .7 | 77 .14 | 13 .1 | 11 .2 | *Id.* | N. |
| | $10^h$ du soir... | 34 .4 | 77 .30 | 7 .5 | 8 .1 | *Id.* | |
| 9 | $6^h$ du matin.. | | | 6 .2 | 8 .1 | Éclaircies. | |
| | Midi......... | 36 .45 | 77 .57 | 6 .9 | 8 .1 | | |
| | $6^h$ du soir.... | | | 5 .0 | 8 .4 | | |
| 10 | $6^h$ du matin.. | | | 5 .0 | 9 .4 | Éclaircies. | N. |
| | Midi......... | 36 .20 | 78 .1 | 5 .6 | 8 .8 | Beau. | N. |
| | $6^h$ du soir.... | | | 5 .0 | 8 .8 | *Id.* | N. |
| 11 | $6^h$ du matin.. | | | 6 .2 | 8 .8 | *Id.* | Calme. |

C'est donc le 8 seulement que la température de la mer a offert une forte variation; en $6^h$ 1/4 cette température a baissé de 8°.7; à $6^h$ du soir, la sonde a donné 89 mètres

de fond ; à 10^h on a trouvé 41 mètres ; à minuit 39 mètres. A 8^h 1/4, le 9 avril, on aperçut la terre.

Pour compléter les documents météorologiques que je me suis proposé de réunir dans cette notice, il me reste à former une table des maxima de température qu'acquiert la mer à sa surface, aux époques les plus chaudes de l'année.

| | Latitude. | Longitude comptée de Paris. | Température. | Dates et observateurs. |
|---|---|---|---|---|
| Océan Atlantiq. | 7° N. | 20°3/4 O. | + 26°.9 | 23 août 1772, W. Bayley. |
| Mer du Sud... | 17 3/4 S. | 208 E. | + 28 .9 | 18 août 1773, *id.* |
| Océan Atlantiq. | 4 N. | 24 E. | + 28 .3 | 23 mai 1774, *id.* |
| Océan Atlantiq. | 6 1/4 N. | 22 1/5 O. | + 28 .7 | octobre 1788, Churruca. |
| Océan Atlantiq. | 2 S. | 29 3/4 O. | + 28 .6 | avril 1803, Quevedo. |
| Océan Atlantiq. | 7 N. | 25 1/2 O. | + 28 .8 | novembre 1803, Rodman. |
| Océan Atlantiq. | 0 1/3 N. | 22 1/3 O. | + 28 .2 | mars 1804, Perrins. |
| Océan Atlantiq. | 4 N. | 21 O. | + 28 .6 | 16 mars 1816, J. Davy. |
| Océan Atlantiq. | 5 N. | 26 O. | + 27 .5 | 10 mai 1816, Lamarche. |
| Mer de Chine.. | 13 1/2 N. | 110 1/2 E. | + 29 .1 | 3 juillet 1816, Basil Hall. |
| Océan Atlantiq. | 7 1/3 N. | 24 1/2 O. | + 27 .3 | 14 juill. 1816, Ch. Baudin. |
| Mer de Ceylan. | 2 1/2 N. | 75 1/2 E. | + 28 .9 | 9 août 1816, John Davy. |
| Océan Atlantiq. | 10 N. | 20 1/2 O. | + 29 .1 | 18 oct. 1816, Lamarche. |
| Mer des Indes. | 1 N. | 91 E. | + 29 .6 | 25 nov. 1816, Ch. Baudin. |
| Au nord de Sumatra....... | 5 1/5 N. | 98 E. | + 28 .9 | 8 mars 1817, Basil Hall. |

Toutes les observations réunies dans le tableau précédent confirment les conséquences que M. de Humboldt avait déjà tirées de celles de Churruca, Quevedo, Rodman, Perrins et des siennes propres ; elles montrent qu'en aucun lieu du globe, qu'en aucune saison la température de l'Océan ne s'élève jusqu'à + 30° centigr.

A quel point la température de la mer, sous chaque latitude, peut-elle être modifiée par le voisinage des continents et surtout par les courants polaires ? Nous manquons de données pour résoudre complétement cette

question. On peut dire toutefois que cette influence n'est pas douteuse et qu'elle produit, dans quelques localités, plusieurs degrés de variation. Ainsi, par exemple, M. Gauttier, dans ses campagnes hydrographiques de la Méditerranée, a trouvé, en août 1819, la température de la mer égale à + 26°.9 centigrades. Le bâtiment était alors par 40° 1/2 de latitude nord et 22° 3′ de longitude orientale, entre l'île de Tasso et le mont Athos. Je ne crois pas que dans les mers non resserrées par des détroits et dont les eaux peuvent conséquemment se mêler sans obstacles à celles des courants polaires, on ait jamais, par 40° de latitude, trouvé une température aussi forte.

Voici des observations faites dans le voisinage du Groenland et qui montrent l'influence des terres ou des glaces sur la température de la mer à la surface :

| | Latitude. | Longitude. | Température de l'eau de la mer. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|
| 2 juillet 1811. | 78° 20′ N. | 4° 10′ E. | + 3°.0 | " |
| 17 juillet — | 70 36 | 1 35 | + 6 .1 | " |
| 28 avril 1812.. | 70 0 | 2 40 | + 4 .4 | " |
| 21 avril 1814.. | 72 16 | 8 30 | + 5 .0 | " |
| 9 avril 1815.. | 72 37 | 6 11 | + 3 .9 | Point de glace. |
| 18 avril — | 77 35 | 5 40 | + 3 .4 | Parmi la glace. |
| 24 mai — | 78 0 | 4 36 | + 1 .1 | Beaucoup de glace. |

Loin des terres sous le 45ᵉ degré de latitude, l'Océan n'est jamais au-dessous de + 10°.7 centigrades et sous le 50ᵉ degré le minimum de température de l'Océan est + 9°.

Dans les atterrages, aux approches d'un haut-fond ou d'un banc de sable, la température de la mer diminue.

Ces changements de température sont, en général, assez tranchés pour qu'on ait pu publier, sans faire crier au paradoxe, un ouvrage intitulé *Navigation thermométrique*.

La règle générale souffre cependant des exceptions. Il importe d'en déterminer nettement la cause, afin que le navigateur sache sur quelles côtes il peut, en temps de brume, se fier au thermomètre comme indicateur du voisinage des terres.

Parmi les observateurs qui ont reconnu, après l'illustre Franklin, que la température diminue près des hauts-fonds, se trouve Jonathan Williams, dont la brochure, intitulée *Navigation thermométrique*, est très-rare en France; j'ai cru en conséquence devoir présenter un extrait des passages les plus curieux qu'elle contient.

L'eau sur un banc est toujours plus froide qu'en pleine mer. La différence est d'autant plus grande que le banc est moins abaissé au-dessous de la surface du liquide.

L'eau est d'autant plus froide que le banc qu'elle recouvre est plus étendu.

L'eau sur un banc rapproché de la côte est plus chaude que sur un banc éloigné; ceci paraîtra surtout vrai si l'on compare les bancs qui se rattachent au continent à ceux qui sont entourés de tous côtés d'eaux profondes.

Ces principes ne souffrent d'exceptions que pour les hauts-fonds compris entre des caps rapprochés ou dans des lits de rivières; dans ce cas, l'eau est tantôt plus chaude et tantôt plus froide, suivant les saisons, qu'en pleine mer.

L'abaissement de température qui se manifeste à l'approche des terres est très-sensible et révèle ainsi au navigateur l'existence d'un haut-fond ou d'une côte encore invisible. M. Williams rapporte qu'il a souvent observé un abaissement de 4° centigrades pour trois heures de marche et néanmoins on était encore fort loin de tout danger.

En août, à une certaine distance du cap Cod, le thermomètre, à la surface de l'Océan, marquait + 14°.4 centigrades. En pleine mer, sur le même parallèle, il se soutenait à + 20°.6. En octobre, le thermomètre, près du cap, était à + 8°.9, et en pleine mer à + 15°.0.

L'abaissement de température annuel se faisant sentir à la fois et presque également au large et près de terre, on voit que l'usage du thermomètre sera utile au navigateur dans toutes les saisons.

Les changements de température, dans le voisinage des terres, sont d'autant plus grands que la profondeur de l'eau varie plus rapidement. Par exemple, des sondes multipliées ont prouvé que le fond de l'Océan s'abaisse graduellement et avec lenteur sur la côte d'Angleterre, tandis que sur celle des États-Unis on ne trouve déjà plus de fond à une petite distance de terre. Aussi il suffit de quelques heures de navigation pour observer, dans la température de l'eau, un changement de 4 ou 5° centigrades sur la côte d'Amérique, alors qu'il ne faut pas moins d'un jour de marche pour apercevoir une variation de 0°.5 dans les atterrages des côtes britanniques.

Tels sont les principaux résultats signalés par Jonathan Williams. Mon illustre ami M. de Humboldt, dans la

relation historique de son voyage aux régions équinoxiales du Nouveau continent, a le premier signalé la relation qui doit exister entre la température sous-marine et les courants d'eau froide existants à une certaine profondeur. Dans un premier passage il s'exprime ainsi :

« Pendant la traversée de la Corogne au Ferrol, sur un haut-fond près du *Signal blanc*, nous fîmes quelques expériences sur la température de l'Océan. Le thermomètre montra sur le banc, à la surface, 12°.5 à 13°.3 centigrades, tandis que partout ailleurs où la mer était très-profonde, il marquait 15° ou 15°.3, l'air étant à 12°.8..... L'observation que la proximité d'un banc de sable est indiquée par un abaissement rapide de la température de la mer à sa surface n'intéresse pas seulement la physique, elle peut aussi devenir très-importante pour la sûreté de la navigation. L'usage du thermomètre ne doit certainement pas faire négliger celui de la sonde; mais plusieurs expériences prouvent suffisamment que des variations de température sensibles pour les instruments les plus imparfaits annoncent le danger longtemps avant que le vaisseau se trouve sur les hauts-fonds. Dans ce cas, le refroidissement de l'eau peut engager le pilote à jeter la sonde dans des parages où il se croyait dans la plus parfaite sécurité. Nous examinerons, dans un autre endroit, les causes physiques de ces phénomènes compliqués; il suffit de rappeler ici que les eaux qui couvrent les hauts-fonds doivent en grande partie la diminution de leur température à leur mélange avec les couches d'eau inférieures qui remontent vers la surface sur les accores du banc. » (Page 55 de la *Relation*

*historique*, tome I^er^.) A la page 213, où il est question une seconde fois de ce phénomène, on lit ce qui suit : « Nous traversâmes le haut-fond qui réunit Tabago à l'île de la Grenade. La couleur de la mer n'offrait aucun changement visible; mais le thermomètre centigrade, plongé dans l'eau à quelques centimètres de profondeur, ne s'élevait qu'à 23°; tandis que plus à l'est, au large, sur le même parallèle et également à la surface de la mer, il se soutenait à 25°.6. Malgré les courants, le refroidissement des eaux annonçait l'existence du haut-fond qui ne se trouve indiqué que sur un petit nombre de cartes. »

Des officiers de la marine russe, chargés par l'Académie de Saint-Pétersbourg d'examiner si le fait annoncé par Franklin et Jonathan Williams, que la température de la mer est constamment plus faible sur les hauts-fonds que dans les lieux où la mer est profonde, ont reconnu que cette règle ne s'observe pas dans la Baltique. Tantôt ils trouvèrent plus et tantôt moins sur le haut-fond qu'au large; tantôt les deux températures parurent égales, malgré une très-grande différence de profondeur de la mer dans les deux lieux d'observation.

FIN DES INSTRUCTIONS, RAPPORTS ET NOTICES SUR LES VOYAGES SCIENTIFIQUES

# TABLE DES MATIÈRES

## QUESTIONS A RÉSOUDRE

### CONCERNANT LA MÉTÉOROLOGIE, LA PHYSIQUE DU GLOBE, L'HYDROGRAPHIE ET L'ART NAUTIQUE

## VOYAGE DE L'URANIE



## VOYAGE DE LA COQUILLE

## VOYAGE DE LA CHEVRETTE



## VOYAGE DE LA BONITE



## VOYAGE DE LA VÉNUS

## TABLEAU DES RÉGIONS ARCTIQUES

## TABLEAU D'UNE PARTIE DE L'ABYSSINIE

## SUR LES PHÉNOMÈNES DE LA MER



FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DES INSTRUCTIONS, RAPPORTS ET NOTICES,
TOME NEUVIÈME DES ŒUVRES





